

# 珠三角城镇水生态修复 理论与技术实践

陈文龙 杨芳 胡晓张 崔树彬 编著



中国水利水电出版社  
www.waterpub.com.cn

# 珠三角城镇水生态修复 理论与技术实践

陈文龙 杨芳 胡晓张 崔树彬 编著



中国水利水电出版社  
[www.waterpub.com.cn](http://www.waterpub.com.cn)

## 内 容 提 要

本书主要内容是珠江水利科学研究院近年来在珠江三角洲水生态、水环境修复领域内的相关研究成果和工作经验的总结,旨在为珠三角城镇水生态修复提供理论、方法与技术支持,为珠三角乃至我国城市水系水生态文明建设提供理论借鉴与方法参考。

全书共有 11 章,第 1 章珠三角城镇水系基本情况,第 2 章珠三角城镇水生态典型问题,第 3 章珠三角城镇水生态修复技术框架,第 4 章珠三角城镇河湖健康评估指标体系,第 5 章珠三角城镇水生态修复常用技术,第 6 章 HydroMPM 水生态多过程耦合数学模型,第 7 章水力控导技术应用案例,第 8 章、9 章、10 章介绍了三个不同的水生态修复工程案例,三个案例位于不同区域,类型各不一样。本书出版发行对指导我国现阶段水生态文明建设具有重要的参考价值。

### 图书在版编目(CIP)数据

珠三角城镇水生态修复理论与技术实践 / 陈文龙等  
编著. — 北京:中国水利水电出版社, 2015.6  
ISBN 978-7-5170-3275-5

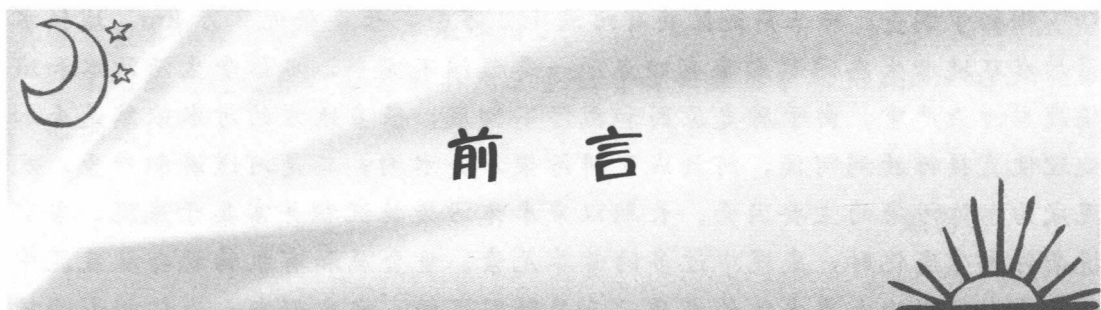
I. ①珠… II. ①陈… III. ①珠江三角洲—水环境—  
生态恢复—研究 IV. ①X321.265

中国版本图书馆CIP数据核字(2015)第130275号

书 名	珠三角城镇水生态修复理论与技术实践
作 者	陈文龙 杨芳 胡晓张 崔树彬 编著
出版发行	中国水利水电出版社 (北京市海淀区玉渊潭南路1号D座 100038) 网址: www.waterpub.com.cn E-mail: sales@waterpub.com.cn 电话: (010) 68367658 (发行部)
经 售	北京科水图书销售中心(零售) 电话: (010) 88383994、63202643、68545874 全国各地新华书店和相关出版物销售网点
排 版	中国水利水电出版社微机排版中心
印 刷	北京瑞斯通印务发展有限公司
规 格	184mm×260mm 16开本 10印张 237千字
版 次	2015年6月第1版 2015年6月第1次印刷
印 数	0001—3000册
定 价	38.00元

凡购买我社图书,如有缺页、倒页、脱页的,本社发行部负责调换

版权所有·侵权必究



## 前言

水是生命之源、生产之要、生态之基。河湖水系是水资源的重要载体，生态环境的有机组成部分，也是经济社会发展的重要基础。河湖水系的健康不仅关系到水资源的可持续利用，也关系到水生态安全和社会经济的可持续发展。然而，长期以来我国经济社会发展付出的水资源、水环境代价过大，部分地区的河湖水系健康状况受到了严重影响，除防洪排涝、水资源短缺等传统水问题外，还面临着水污染严重、水生态退化等“水脏、水丑、水死”等严峻问题。

为贯彻落实党的十八大提出的加强生态文明建设重要精神，水利部于2013年1月出台了《关于加快推进水生态文明建设的意见》，要求加快推进水生态文明建设，从源头上扭转水生态环境恶化趋势，并要求各地根据水资源禀赋、水环境条件和经济社会发展状况，形成各具特色的水生态文明建设模式，辐射带动流域、区域水生态的改善和提升。河湖水生态系统修复是水生态文明建设的重要内容，对促进人水和谐、建设美丽中国具有重要基础和支撑作用。

珠江三角洲（以下简称珠三角）位于广东省中南部，区域内包括广州、深圳、珠海、佛山、江门、东莞、中山、惠州、肇庆等九市，还涉及香港、澳门两个特别行政区。珠三角地区是我国改革开放的先行地区，是我国重要的经济中心区域，在全国经济社会发展和改革开放大局中具有突出的带动作用 and 举足轻重的战略地位。珠三角水系发达，城镇河涌纵横交错，湖塘星罗棋布。随着城市化与工业化的推进，珠三角各城镇水系都不同程度地面临着水质恶化、水文情势显著变化、河道结构破坏、生境退化等问题，严重影响城镇居民生产生活。城镇水生态系统的破坏已成为珠三角经济社会可持续发展的重要制约因素。

据初步调查,珠三角地区共有河涌 1.2 万条,长度接近 3 万 km。城镇水系的水环境水生态问题主要有四点:一是截污不完全,水体受生活污水和城镇废水污染严重。由于历史原因和截污不彻底,很多地方的污水依然是未加处理便直接排放到河涌,河涌成了排污渠和臭水沟;二是河道淤积严重,底泥成为水体污染的主要因素。长期以来水体污染物沉积并富集于底泥,当环境条件发生变化时,底泥中过多的营养元素、重金属和有机物就会从底泥中释放出来,影响上覆水体的水质;三是联围筑闸,水文形态人为控制影响较大。珠三角地处感潮区,城镇水系纵横交错,水流条件复杂,各河涌水系之间,以及河涌与外江交接处一般设有水闸,水文形态受人为控制;四是河道呈现人工化、渠道化,水生态系统单一,生态恢复和缓冲能力减弱。

近年来,各级政府日益重视水环境整治,珠三角河湖水质得到了明显改善,但离“岭南水乡”这张珠三角标志性名片要求的水质目标仍有很大差距,城镇化地区内河涌水质多数为地表水劣 V 类。究其原因,主要是因为河道水环境整治工程中,虽强调生态治水的理念和重要性,但由于缺乏系统的水生态修复技术体系指导和高效水生态修复技术支撑,导致在具体实施过程中缺乏科学的实施方案和治理措施,治理手段依然局限于截污和清淤。本书针对珠三角城镇水生态、水环境的典型问题,结合多年的技术实践,提出了“河湖健康评估、多元生态修复、水质改善预测”水生态修复技术框架;探讨了珠三角城镇河湖健康评估指标体系,并系统梳理了珠三角河湖水生态修复常用技术和创新技术;介绍了珠江水利科学研究院研发的水生态多过程耦合数学模型及其在水生态修复中的应用,并针对典型河、湖水生态构建和修复工程案例进行了介绍。

本书主要内容包括:珠三角城镇水系基本情况、珠三角城镇水生态典型问题、珠三角城镇水生态修复技术框架、珠三角城镇河湖健康评估指标体系、珠三角城镇水生态修复常用技术、HydroMPM 水生态多过程耦合数学模型、典型案例介绍、结语等内容介绍。本书第 1 章由杨芳、崔树彬编写,第 2 章由陈文龙、李丽编写,第 3 章由陈文龙、杨芳编写,第 4 章由罗欢、崔树彬编写,第 5 章由陈文龙、杨芳、李丽编写,第 6 章由胡晓张、宋利祥编写,第 7 章由李杰编写,第 8 章由汪义杰和李杰编写,第 9 章由杨芳编写,第 10 章由胡晓张、宋利祥编写,第 11 章由胡晓张编写。全书由杨芳统稿,陈文龙定稿。珠江水利委员会规划计划处陈军科长为本书提出了很多宝贵意见,在此诚挚衷心感谢!

水生态修复是一项涉及多个学科和多个专业的复杂工作,是一项比较复

杂的系统工程，由于作者学识有限、时间仓促，本书难免有疏漏和不当之处，真诚希望各位读者和专家给予批评指正。

本书编写过程中，参考和引用了多位作者的数据和研究成果，在此表示衷心感谢！

**编著者**

2015年1月于广州



# 目 录



## 前言

<b>第 1 章 珠三角城镇水系基本情况</b> .....	1
1.1 珠三角概况 .....	1
1.1.1 自然地理概况 .....	1
1.1.2 社会经济概况 .....	2
1.2 珠三角城镇河涌情况 .....	4
1.2.1 河涌基本情况 .....	4
1.2.2 河涌整治概况 .....	9
1.3 珠三角城镇水系水环境状况 .....	10
1.3.1 内河涌水环境状况 .....	10
1.3.2 湖泊水环境状况 .....	12
参考文献 .....	14
<b>第 2 章 珠三角城镇水生态典型问题</b> .....	16
2.1 城市水面率减少 .....	16
2.1.1 水面率的功能 .....	16
2.1.2 影响城市水面率的主要因素 .....	17
2.1.3 珠三角城市水面率现状 .....	18
2.1.4 城市水面率的恢复 .....	18
2.2 河道岸线被挤占 .....	19
2.2.1 河道岸线概念 .....	19
2.2.2 河道岸线适宜宽度 .....	19
2.2.3 珠三角城市河道岸线现状 .....	20
2.3 内涌与外江水体交换不畅 .....	22
2.4 水体过度富营养化 .....	24
2.4.1 水体富营养化的定义 .....	24
2.4.2 水体富营养化产生过程及主要机理 .....	24
2.4.3 水体富营养化的危害 .....	25
2.4.4 水体富营养化评价 .....	26
2.5 内源污染严重 .....	27
2.5.1 底泥污染释放机理 .....	27
2.5.2 底泥污染对上覆水水质的影响 .....	27

2.5.3 主要环境因子对底泥污染释放的影响	28
2.6 生物多样性减少	30
参考文献	32
<b>第3章 珠三角城镇水生态修复技术框架</b>	<b>34</b>
3.1 城镇水生态修复技术框架构建	34
3.2 城镇水生态修复技术框架应用	37
3.3 小结	38
<b>第4章 珠三角城镇河湖健康评估指标体系</b>	<b>39</b>
4.1 河湖健康评估的目的	39
4.2 国内外河湖健康评估研究进展	39
4.2.1 国内外河流健康研究进展	39
4.2.2 国内外湖泊健康研究进展	45
4.3 珠三角城镇河湖健康评估要素及方法	47
4.4 珠三角城镇河湖健康评估指标体系内容	49
参考文献	53
<b>第5章 珠三角城镇水生态修复常用技术</b>	<b>57</b>
5.1 水力控导技术	57
5.1.1 水系连通	58
5.1.2 水力循环	59
5.2 曝气复氧	61
5.2.1 常用曝气方式	61
5.2.2 跌水曝气复氧	62
5.3 河道自净能力强化技术	63
5.3.1 底泥修复技术	63
5.3.2 微生物技术	66
5.3.3 水生植物修复技术	72
5.3.4 水生动物生态恢复技术	79
5.4 河湖滨岸缓冲带修复技术	80
5.4.1 缓冲带水质净化	80
5.4.2 生态护岸	82
5.5 水生态修复技术的集成化思路	85
参考文献	87
<b>第6章 HydroMPM 水生态多过程耦合数学模型</b>	<b>90</b>
6.1 水流-水质-底泥耦合模型	90
6.1.1 对流-扩散方程	90
6.1.2 底泥耗氧和释放概化	91



6.1.3	数值求解	94
6.1.4	模型验证	96
6.2	水生态数学模型	99
6.2.1	溶解氧平衡系统	100
6.2.2	浮游植物生长系统	102
6.2.3	氮循环系统	103
6.2.4	磷循环系统	104
6.3	水生态修复工程概化	105
6.3.1	人工曝气复氧	105
6.3.2	生化反应器去污参数的确定	106
6.3.3	工程概化示例	106
	参考文献	109
<b>第7章</b>	<b>水力控导技术应用案例</b>	<b>111</b>
7.1	水力控导优化调度模型	111
7.2	番禺湖概念性规划项目应用	111
7.2.1	项目背景	111
7.2.2	调度原则和方式	112
7.2.3	调度运行效果模拟	113
7.2.4	结论	116
7.3	岐江河生态水力调控工程应用	116
7.3.1	工程背景	116
7.3.2	水闸联合调度方案设计	118
7.3.3	生态水力调控方案模拟及优化	118
<b>第8章</b>	<b>明窦涌水生态修复工程案例</b>	<b>123</b>
8.1	工程背景	123
8.2	工程设计	123
8.2.1	设计原理	123
8.2.2	工程目标	123
8.2.3	工程布置	124
8.3	工程效果	125
<b>第9章</b>	<b>东湖水生态修复工程案例</b>	<b>127</b>
9.1	项目简介	127
9.2	设计目标	127
9.3	初步方案设计	127
9.4	水质改善预测与方案优选	129
9.5	实施效果	131

<b>第 10 章 珠三角某人工湖水生态构建案例</b> .....	134
10.1 人工湖简介 .....	134
10.2 总体设计思路 .....	134
10.3 人工湖水生态构建 .....	134
10.3.1 构建目标 .....	134
10.3.2 主要水生态问题 .....	135
10.3.3 换水方案与水生态工程布置 .....	136
10.3.4 叶绿素 a 模拟预测与换水方案确定 .....	140
10.4 实施效果 .....	144
<b>第 11 章 结语</b> .....	147

# 第 1 章 珠三角城镇水系基本情况

## 1.1 珠三角概况

### 1.1.1 自然地理概况

珠三角位于广东省中南部，地理位置在北纬  $23^{\circ}40'$ ~ $21^{\circ}30'$  之间，东经  $112^{\circ}$ ~ $115^{\circ}$  之间。珠江由西江、北江、东江及珠三角诸河组成，西江、北江在佛山市三水区的思贤滘、东江在东莞市的石龙分别汇入珠三角网河区，经虎门、蕉门、洪奇门、横门、磨刀门、鸡啼门、虎跳门及崖门等八大口门入注中国南海。珠三角水系及地理位置见图 1-1。

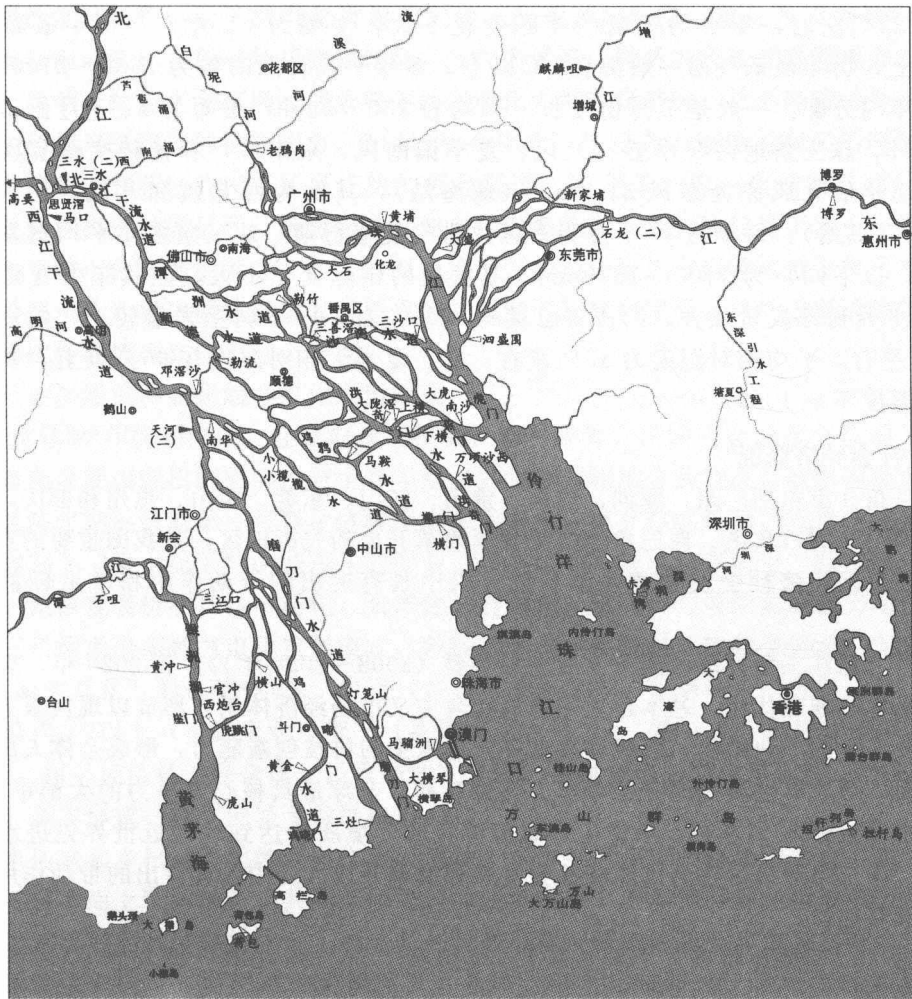


图 1-1 珠江三角洲水系及地理位置示意图

珠三角是复合三角洲，由西、北江思贤滘以下、东江石龙以下网河水系和入注三角洲诸河组成，集水面积 26820km<sup>2</sup>，其中网河区面积 9750km<sup>2</sup>。入注三角洲的中小河流主要有潭江、流溪河、增江、沙河、高明河、深圳河等。

珠三角河网区河道纵横交错，其中西、北江水道互相贯通，形成西北江三角洲，集雨面积 8370km<sup>2</sup>，占三角洲河网区面积的 85.8%，主要水道近百条，总长约 1600km，河网密度为 0.81km/km<sup>2</sup>，思贤滘及东海与西海水道的分汊点是西北江三角洲河网区重要的分流分沙节点，其水沙分配变化将对河网区水文情势产生重大影响；东江三角洲隔狮子洋与西北江三角洲相望，基本上自成一体，集雨面积 1380km<sup>2</sup>，仅占三角洲河网区面积的 14.2%，主要水道 5 条，总长约 138km，河网密度为 0.88km/km<sup>2</sup>。

珠三角南临南海，处于亚热带季风气候区，暖湿多雨，气候宜人。根据三角洲各气象台、站的观测资料统计分析，多年平均降水量变幅为 1600~2600mm；降水量不但年际变化较大，年内分配也不均匀，通常是汛期 4~9 月的降水量占年总量的 80%以上，枯水期 10~12 月、1~3 月的降水量不足年总量的 20%。珠三角多年平均气温一般都在 22℃ 左右，年平均气温的年际变化不大，变幅为 1℃ 左右，历年最高气温在 35℃ 以上，历年最低气温一般都在 0℃ 以上，多年平均日照时数为 1600~2100h，日照时数的年内分配，一般是 7 月份较长，平均为 230~250h，最短为 2、3 月份，平均为 90~125h。珠三角地区冬季盛行北风，夏季偏南风、东南风，春秋转换季节风向极不稳定。历年最大风速为东风 31.4m/s（珠海站），其次为西北风和北风，均为 30m/s（斗门、深圳站）。每年的 7~9 月为本区热带气旋盛行期。珠三角多年平均蒸发量（水面蒸发，以下同）为 1100~1300mm；蒸发量的年际变化不大，但其年内变化相对较大，7、8 月份蒸发量最大，约占年总量的 23% 左右，1~3 月蒸发量较小，约占年总量的 17% 左右。平均相对湿度为 80% 左右，春、夏最大相对湿度在 95% 以上，秋、冬最小相对湿度不足 10%。

### 1.1.2 社会经济概况

珠三角 9 市包括广州、深圳、珠海、佛山、江门、东莞、中山、惠州和肇庆，还涉及香港、澳门特别行政区。珠三角地区是我国改革开放的先行地区，是我国重要的经济中心区域，在全国经济社会发展和改革开放大局中具有突出的带动作用 and 举足轻重的战略地位。

根据《珠江三角洲地区改革发展规划纲要（2008~2020 年）》，到 2020 年，珠三角地区率先基本实现现代化，基本建立完善的社会主义市场经济体制，形成以现代服务业和先进制造业为主的产业结构，形成具有世界先进水平的科技创新能力，形成全体人民和谐相处的局面，形成粤港澳三地分工合作、优势互补、全球最具核心竞争力的大都市圈之一，城镇化水平达到 85% 左右，单位生产总值能耗和环境质量达到或接近世界先进水平。由此可见，珠三角经济区在全国经济社会发展和改革开放大局中具有突出的带动作用 and 举足轻重的战略地位。

根据《广东统计年鉴》（2011 年），2010 年，珠三角九市户籍人口 3024.56 万人，占全省的 35.5%；常住人口 5616.39 万人，占全省的 53.8%。国内生产总值 37673.25 亿元，占全省的 79.1%；其中，第一产业 809.77 亿元，占全省的 44.8%；第二产业

18313.51 亿元，占全省的 79.3%；第三产业 18549.98 亿元，占全省的 83.2%。三大产业的结构为 2.2 : 48.6 : 49.2，以第二产业和第三产业为主，第一产业所占的比例很小。

改革开放 30 余年，珠三角工业化进展迅猛。逐步建立了一个具有较强生产能力、外向度高、新兴产业不断崛起的工业体系，产业结构不断优化，对外开放领域进一步拓展，已培育起雄厚的竞争力基础。珠三角现已成为以电子、电气为主导的世界制造业中心之一，汽车、石化等重化工业也得到较大的发展，并基本形成以广州、深圳为龙头，以九大高新技术产业开发带为核心，以电子信息、新材料、生物技术、光机电一体化等产业为支柱的珠三角高新技术产业带，成为全球性信息技术产业高度集中的地区之一。珠三角工业化进程已从以劳动密集型轻纺加工业为主的工业化初期阶段，逐步进入了资金、技术密集型产业占据较大比重的工业化中期阶段，并形成了更为发达的外向型经济和日益紧密的珠港澳经贸合作关系。

高速的经济增长推动了城市化进程的加快。改革开放以来，珠三角大力推行体制改革、发展外向经济和实行对外开放等政策，鼓励多种形式经济的成长并尊重地方发展的自主选择，启动了社会主义市场经济条件下的工业化和城市化进程。社会经济的持续发展为珠江三角洲积累了巨大的投入能力，20 世纪 90 年代城镇国有土地使用制度的改革，使城镇基础设施建设和新区开发有了更广阔的资金渠道。20 年来，珠三角城镇已累计完成全社会固定资产投资过万亿元，培育起良好的自我发展能力，极大地促进了城市化发展。近年来，由于城市化在增加就业、扩大内需、拉动国民经济增长方面越来越发挥出关键性作用，推进城市化，促进城镇健康发展更成为关系经济和社会发展全局的重要战略措施。珠三角城镇化特征体现在以下三个方面：

#### (1) 逐步形成多元化的城市化发展模式

20 世纪 90 年代初以来，在政府建设投资拉动和外资、民间资金的多重推动下，珠三角的城市化发展表现出鲜明的政府主导与地区自发增长相结合的特征，城镇建设模式逐步由计划经济时期的政府单一投资主体转变为多元投资主体并存的局面，城市化模式也由计划经济体制下“自上而下”的城市化转变为“自上而下”与“自下而上”共同发展的城市化格局。城镇发展机制日益市场化，城市化动力强劲，城镇的可持续发展能力增强。

珠三角涌现出多种城市化发展模式，包括“以下（乡镇以下的各类企业）促上（市级企业），遍地开花”的东莞模式，“中间（乡镇企业）突破，带动两头（市属、村办企业）”的顺德模式，“以上（市属企业）带下（乡镇以下企业）、一镇一品”的中山模式，“六轮（市、镇、村、经济社、联合体、民营经济）齐转，各显神通”的南海模式，等等。

#### (2) 基本形成一体化的城乡发展格局

城市拓展和乡村城市化的双向作用，推动了城乡一体化发展格局的形成。在“自上而下”和“自下而上”的城市化共同作用下，珠三角产品、资本和劳动力在城乡之间快速流动，城市建成区迅速向外扩张，乡村地区广泛城市化，城市的规模和数量不断增加，形成了大中小城镇相结合、多层次的城镇体系，总体上呈现出集聚性、区域性的趋势。进入 20 世纪 90 年代中期以来，随着产业结构的调整和经济增长方式的转变，珠三角地区各大城市作为社会发展的“龙头”和支柱，产业不断升级和重组，区域发展重心逐步向大、中

城市集中，大、中城市在国民经济中的地位日益提高。与此同时，小城镇亦成为新的人口和产业集聚点。

随着珠三角城市群产业结构的整体调整和升级，珠三角城市空间结构和布局也发生了根本性的改变。改革开放以前和改革开放初期，广州市作为广东省的单极中心城市，与周边地区城市之间的关系属于绝对的核心-边缘结构。改革开放以来，深圳已逐步从一个边陲小镇发展成为与广州市毗邻而立的又一个中心城市，珠海、佛山、中山、东莞、江门、肇庆等城市也相继进入了中等城市行列，以广州、深圳为中心的双极结构已成为目前珠三角城市群的结构特征。近年来，珠三角城市功能逐渐多样化，城市交流更加密切，已发展成一个城乡一体、类型完备的多层次城镇体系，双极模式正逐渐向网络化模式演化。

### (3) 城镇建设质量和生活环境质量日益提高

区域性基础设施和城镇基础设施逐步完备。珠三角是广东省交通运输最发达的地区，区内公路、铁路、航空、水运等交通方式有机结合，全面发展，区域性交通、电信等基础设施已跻身国内先进水平，成为珠三角经济快速发展的重要支撑。目前，珠三角公路通车里程、高速公路总长和公路密度均居国内先进水平；已建成广州、深圳、珠海等国际机场，旅客运输量、吞吐量、飞行起降架次等均居国内前列；航运及航空运输能力、电信能力也有很大提高，各地光纤通信网络建设普遍展开。在各城市内部，道路、供电、供水、污水处理、垃圾处理等市政建设投入逐步增多，近两年来城市新建污水处理设施数量已超过改革开放以来的前期总和。

城市生活质量和投资环境也明显提高。随着国民经济的高速增长，改善生活环境、提高生活质量已成为社会关注的焦点。公众对城市建设提出了更高的要求，城市建设的思路也逐步从粗放扩张向集约发展转变。加大城市建设力度，优化城市资源配置、提高城市环境质量，追求城市的可持续发展已成为各地共识。珠三角掀起了“净化、绿化、美化城市”行动的高潮，城市广场、步行街、文体教育等公共活动设施和场所建设得到了前所未有的发展，城市投资环境得到明显改善。

随着珠三角国民经济的高速增长，改善生活环境、提高生活质量已成为社会关注的焦点。

## 1.2 珠三角城镇河涌情况

珠三角网河区主干河道宽阔多汊，宽者 2000 多 m，窄者数百米。珠三角除了纵横交错的主干河流之外，在网河地区，还有数万条的围内排涝且兼顾灌溉、排污以及通航的河涌，这些河涌的宽度一般在 5m 以上，宽的可达 100m 左右，甚至更宽。

本书中“城镇水系”指珠三角城镇河涌、湖、塘等。

### 1.2.1 河涌基本情况

河涌，泛指河汊、沟渠、小河道。在珠三角地区，河涌指河汊、湖汊，河流的支汊、溪水或河水的分支、汊流等。总而言之，它是指比较小的河流、溪流或支汊等，以及无头无尾（没有河口、河源）的或两头设闸的一段河道等，是珠三角地区特有的河流或河道术语。



从大的方面讲，珠三角的河涌一般可以分为两类。

第一类是位于堤围内部，通过水闸与网河区连通，如图 1-2 所示。这类河涌两头都是“河源”或“河口”，在涌口水闸打开时，涨潮进水、落潮退水，属双向、缓流水体，通过水闸调度亦可实现单向流。

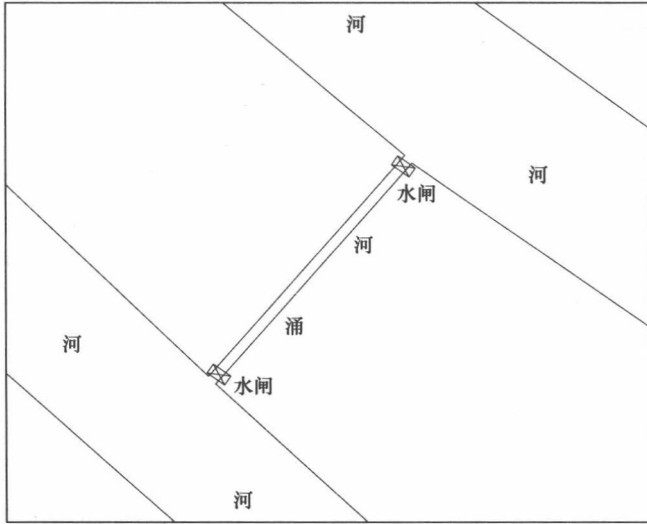


图 1-2 第一类河涌示意图

第二类河涌是指发源于山岗地区的河流，如图 1-3 所示。这类河涌一般上中游段不受潮汐影响，下游若入注网河区，则受潮汐影响，属感潮河段。洪水或风暴潮期间，由于洪水或潮水倒灌，一般在涌口设有挡潮闸或在下游涌口段加高堤防。

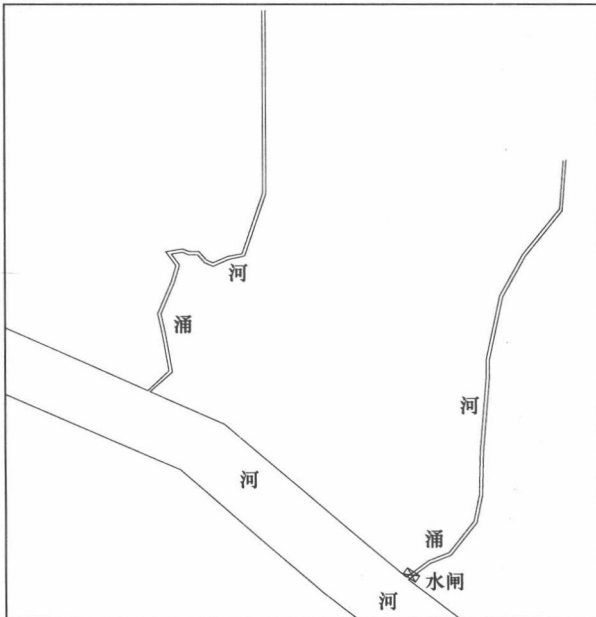


图 1-3 第二类河涌示意图

### 1.2.1.1 网河区内的河涌

珠三角网河区的内河涌系指除骨干水道和入注河流之外的、联围或堤围内部的防洪排涝或城市、农村排水、排污河道、溪水、汉道、沟渠等。这类河涌的主要功能是排涝，并兼顾有灌溉、通航和养殖等用水功能。随着城市扩大和农村城市化发展，这些河涌的污染大多已经十分严重，河涌及岸带生境正在遭受着前所未有的破坏。该类河涌是本书关注的重点之一。

位于珠三角网河区的城市有6个，分别是珠海、中山、江门、广州、佛山和东莞。广州市原8区（白云、荔湾、东山、越秀、天河、黄埔、海珠、芳村）和近年成立的番禺、南沙2区也位于网河区；佛山市除三水、高明2区部分区域不属于网河区外，禅城、南海、顺德3区全部位于网河区；中山和珠海2市全部位于网河区，但区内有部分山丘台地不属于网河区围内河涌调查的范围；东莞市有麻涌、中堂、洪梅、沙田、道滘、万江、望牛墩、高埗、石碣、石龙等镇位于东江三角洲网河区域；江门市有蓬江、江海、新会3区为三角洲西部网河区。

据广州市水务局调查，广州市中心区（即原8区）主要河涌有231条、段（不含已经填埋的河涌），总长度913km，河涌的主要功能为排洪涝、排污、纳潮，部分兼有灌溉与通航。中心区现有水面面积为129.05km<sup>2</sup>，其中珠江39.04km<sup>2</sup>、河涌18.8km<sup>2</sup>、流溪河及白坭河22.36km<sup>2</sup>、水库4.56km<sup>2</sup>、湖（塘）44.29km<sup>2</sup>。现状水面率为9.98%（含珠江），每平方公里内有城市内河河道长度为0.7km（不含珠江、白泥河等入注河流，下同），河道数0.18条。地处珠三角河口地区的番禺和南沙2区，土地面积1313.8km<sup>2</sup>，其中，河涌和围外水域高达461.5km<sup>2</sup>，约占总面积的35%。番禺区共有外江河道19条，总长度272.5km，围内河涌387条，总长度734km，平均每平方公里内河河道长度为0.95km（不含外江河道长度，下同），河道数0.50条；南沙区共有外江水道15条，总长度290km，围内河涌131条，总长度316.62km；南沙区水面面积率为37.9%，平均每平方公里内河河道长度为0.58km（不含外江河道长度），河道数0.24条。

佛山市有内河涌共2802条（不计毛渠、河沟），总长5084.8km，平均每平方公里内河河道长度为1.31km，河道数0.72条（不含外江河道长度）。其中主干河涌245条，长约1529.5km；支干河涌492条，长约1176.7km；佛山市河涌密度最高的地区是顺德区，共有内河河涌1390条，总长度达2010km（1998年为2785km，5年间河涌长度减少了27.8%），平均每平方公里内河河道长度为2.49km（不含外江河道长度，下同），河道数1.72条。佛山顺德区的围内河涌密度，是珠三角网河区围内河河流密度最高的地区。

中山市共有河涌638条，总长度1505km，平均每平方公里有河涌0.35条，长度0.84km。河涌密度最大的镇为南头镇，平均每平方公里有河涌2.03条，长度2.28km。五桂山和三乡镇为山丘地形，没有围内河涌。在不包含山丘面积的情况下，中山市平均每平方公里有河涌0.40条，长度0.95km。

上述3个城市的河涌调查范围一般为河道宽度5m以上，最小的也在3m以上，有的地区为10m以上。珠三角网河区围内河涌总条数和总长度，按该区域土地面积9750km<sup>2</sup>进行推算，预估围内河涌总数约为4936条，河涌总长度约为10078km，平均每条河涌的

长度约为 2.04km。见表 1-1。

表 1-1 珠三角网河区主要城市河涌密度及推算结果

项目	计算面积 (km <sup>2</sup> )	水面面积 <sup>①</sup> (km <sup>2</sup> )	河道条数 (条)	河道长度 (km)	河道密度	
					km/km <sup>2</sup>	条/km <sup>2</sup>
广州原 8 区	1293.1	129.05	231	913	0.71	0.18
广州番禺区	770.13	256.00	387	733.6	0.95	0.50
广州南沙区	544.00	206.00	131	316.6	0.58	0.24
佛山市	3868.00	1160.40	2802	5084.8	1.321	0.72
中山市	1800.00	540.00	638	1505.5	0.84	0.354
合计/平均	8275.23	2291.45	4189	8553.5	1.03	0.51
网河区	9750.00		4936	10078.0	1.03	0.51

① 水面面积包含外江水道。

### 1.2.1.2 山丘地区的中小河流和河涌

珠三角 9 市土地面积 4.17 万 km<sup>2</sup>，其中平原占地 2.27 万 km<sup>2</sup>，丘陵山岗地 1.90 万 km<sup>2</sup>。在珠江三角洲地区，深圳市是比较典型的丘陵山岗地形。深圳市的地形地貌特点和河流特性、密度，与珠三角其它丘陵山岗地的情况比较类似，因而利用深圳市水务局的河流调查数据，估算整个珠三角地区丘陵山岗地的河流数量和河道长度是比较恰当的。

根据深圳市水务局调查，深圳市集雨面积大于 1km<sup>2</sup> 的河流共计 310 条，河道总长度 1000km（见表 1-2）。深圳市河流一级支流共 113 条，二、三级支流 99 条；流域面积大于 100km<sup>2</sup> 的仅 5 条，即深圳河、观澜河、茅洲河、龙岗河和坪山河。这些河流分属南、西、北三个水系：以海岸山脉和羊台山为主要分水岭，南部诸河注入深圳湾、大鹏湾、大亚湾，称为海湾水系；西部诸河注入珠江口伶仃洋，称为珠三角水系；北部诸河汇入东江或东江的一、二级支流，称为东江水系。深圳市的河流密度为平均 0.159 条/km<sup>2</sup>，长度为 0.512km/km<sup>2</sup>，以此可以估算得珠三角非网河山丘区的河涌长度为 9733km，条数为 3017 条（见表 1-2）。平均每条河涌的长度为 3.23km。

表 1-2 深圳市集雨面积大于 1km<sup>2</sup> 河流数量及统计结果

分区名称	控制面积 (km <sup>2</sup> )	河流 (条)				按流域面积统计 (条)		
		合计	独立 河流	一级 支流	二、三级 支流	≥50km <sup>2</sup>	≥10km <sup>2</sup>	≥5km <sup>2</sup>
茅洲河流域	310.85	41	1	23	17	1	14	21
观澜河流域	189.3	31	6	14	11	1	12	18
龙岗河流域	364.4	43	1	15	27	2	14	16
坪山河流域	129.4	15	1	11	3	1	6	9
深圳河流域	172.4	36	1	5	30	3	8	13
珠江口水系	260.46	38	31	7	—	1	2	6
深圳湾水系	174.62	26	5	13	8	1	4	6