



# 渭河流域 常见水生生物图谱

徐宗学 殷旭旺 等 编著



中国水利水电出版社  
www.waterpub.com.cn



# 渭河流域 常见水生生物图谱

徐宗学 殷旭旺 等 编著



中国水利水电出版社  
www.waterpub.com.cn

## 内 容 提 要

本书基于渭河流域 2011—2013 年共 4 次采样数据, 编制完成了渭河流域常见水生生物图谱。全书共分 5 章, 主要介绍渭河流域概况、渭河流域水生生物群落特征以及渭河流域常见水生生物形态特征及其分布情况。包括着生藻类、大型底栖动物和鱼类。

本书可为从事相关研究工作的科技人员提供参考。

### 图书在版编目 (C I P) 数据

渭河流域常见水生生物图谱 / 徐宗学等编著. — 北京: 中国水利水电出版社, 2016. 4  
ISBN 978-7-5170-4284-6

I. ①渭… II. ①徐… III. ①渭河—流域—水生生物—图谱 IV. ①Q17-64

中国版本图书馆CIP数据核字(2016)第087384号

书 名	渭河流域常见水生生物图谱
作 者	徐宗学 殷旭旺 等 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: <a href="http://www.waterpub.com.cn">www.waterpub.com.cn</a> E-mail: <a href="mailto:sales@waterpub.com.cn">sales@waterpub.com.cn</a> 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	北京零视点图文设计有限公司
印 刷	北京嘉恒彩色印刷有限责任公司
规 格	170mm×240mm 16开本 11.75印张 204千字
版 次	2016年4月第1版 2016年4月第1次印刷
印 数	0001—1000册
定 价	58.00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

# 本书编委会

主 编 徐宗学 (北京师范大学)  
殷旭旺 (大连海洋大学)

参 编 武 玮 (济南大学)  
刘麟菲 (北京师范大学)  
李庆南 (大连海洋大学)  
于丽娜 (大连海洋大学)

# 前言

## Preface

近年来,随着我国经济社会的快速发展,河流生态系统受到了不同程度的影响。从南到北、从东到西,土地利用变化、城市化、工业化与大量水利工程的修建,使河流生态系统发生了巨大的变化,具体表现为河道断流、水体富营养化、生境破碎与退化、河流自然流态改变以及物种多样性减少等,维持河流生态系统健康面临十分严峻的挑战。

渭河是黄河最大的一级支流,也是关中地区的母亲河。渭河生态系统的健康对于关中地区经济社会的可持续发展具有举足轻重的作用。近年来,一方面,伴随着人口的不断增多与当地经济的快速发展,工农业与生活用水不断增加,渭河河道径流急剧减少;另一方面,自从三门峡水库建成运行后,渭河挟沙能力下降,泥沙淤积严重,河床抬升,河道萎缩明显,泄洪能力不断降低;加上过度开采地下水,地下水水位急剧下降,造成局部区域地面沉降。种种原因导致渭河流域的生态环境问题十分突出,河道内水生生物种类和数量减少,河流生态功能急剧退化,渭河流域经济社会的可持续发展和当地人民的生产生活受到了严重影响。解决渭河流域生态系统退化问题已经成为当前水资源管理的当务之急,恢复和维持河流生态系统健康成为流域管理的首要目标。

作者近年来一直从事有关渭河流域水循环演变规律分析、河道生态基流计算、河流水生态系统健康评价等方面的研究工作,先后承担了国家水体污染控制与治理科技重大专项、科技部国际合作项目、国家自然科学基金等项目。据了解,20世纪80年代曾有人对渭河流域水生生物进行过较为系统的普查工作,但自此以后20多年来,尚没有发现任何人开展过类似的调查工作。在前述科研项目的支持下,作者及其所在的科研团队先后于2011年、2012年、2013年连续三年共4次对渭河流域进行了全面、系统的水生生物采样工作。在对渭河流域进行以着生藻类、大型底栖动物和鱼类为主的水生态调查的基础上,重点分析了渭河流域着生藻类、大型底栖动物和鱼类的群落特征,并对主要水生生物物种进行了详细记

录。为便于今后在渭河流域开展相关研究工作，在上述4次系统采样的基础上，结合室内鉴定工作，形成了本图谱。本图谱内容较为丰富，有助于明确和把握人类干扰环境下渭河流域的水生态系统现状，也为未来流域生态恢复与治理提供了必要的科学依据。

渭河水环境水生态的演化，也见证了当地经济社会的发展历程。按照当地老百姓的说法，渭河是“60年代可以淘米洗菜，70年代可以洗衣灌溉，现如今已是鱼虾不在”。20世纪90年代末期至21世纪初，是渭河水环境水生态恶化最为严重的阶段。近十年来，随着国家重大水专项的实施，尤其是陕西省委省政府的重视，各级政府部门投入了大量的人力、物力和财力，采取了一系列改善水环境水生态的具体措施，大大遏制了渭河水环境水生态进一步恶化的态势。客观地讲，近几年渭河水环境水生态状况已得到极大改善，本次水生态调查结果也充分反映了渭河水生态系统的改善情况。当然，要完全恢复到昔日“沽舟泛泛，渔艇悠悠，黑鳗赤鲤，浮沉于绿水之中”的景况，尚需要更大的努力和更长的时间，相信只要各级政府重视，相关部门不懈努力，“万户楼台临渭水，五陵花柳满秦川”的时代终究会到来。

本图谱由北京师范大学、大连海洋大学等单位的科研人员共同编写。全书共分5章：第1章由徐宗学执笔，第2章由殷旭旺执笔，第3、第4、第5章由殷旭旺、徐宗学、武玮、刘麟菲、李庆南和于丽娜共同执笔完成，全书由徐宗学和殷旭旺校核和定稿。需要特别说明的是：本次渭河流域采样共鉴定出着生藻类248种，大型底栖运物102种，鱼类51种，图谱中收集到的着生藻类图片176种，大型底栖动物图片57种，鱼类图片47种。图谱中物种数量少于采集到的物种数量，其原因包括：①此图谱收录的是渭河流域常见水生生物，一些稀有物种，特别是只出现过1~2次而且数量极少的物种，个体特征已经不完整，有腐烂、破损现象，无法作为图谱照片；②有的生物个体十分微小，所拍摄的照片，个体特征并不清晰，无法作为图谱照片。另外需要说明的是，本图谱中着生藻类图谱中比例尺没有刻度的均为10mm。

本图谱的编写和出版，得到了国家自然科学基金“渭河流域水生态系统对水文过程和环境要素的响应关系研究”（51279005）与国家水体污染控制与治理科技重大专项“渭河水污染防治专项技术与示范”课题（2009ZX07212-002）、

科技部国际合作项目“渭河流域生态基流及其保障措施研究”（2009DFA22980）的支持和资助。中国水利水电出版社隋彩虹编辑为本书的出版付出了辛勤的劳动，在此一并致以衷心的感谢！

由于编者水平有限，书中不足之处在所难免，恳请读者批评指正。

编者

2015年6月

# 目录

## Contents

前言

第 1 章 渭河流域概况 .....	1
1.1 自然地理特征 .....	1
1.2 水文气象特征 .....	2
1.3 水利工程概况 .....	3
1.4 生态环境概况 .....	4
1.5 社会经济概况 .....	5
第 2 章 渭河流域水生态调查 .....	7
2.1 渭河流域水生态调查方法 .....	7
2.2 渭河流域水生生物群落特征 .....	11
第 3 章 渭河流域常见着生藻类图谱 .....	31
3.1 蓝藻门 Cyanophyta .....	31
3.2 隐藻门 Cryptophyta .....	35
3.3 甲藻门 Pyrrophyta .....	36
3.4 裸藻门 Euglenophyta .....	38
3.5 绿藻门 Chlorophyta .....	41
3.6 硅藻门 Bacillariophyta .....	49
第 4 章 渭河流域常见大型底栖动物图谱 .....	93
4.1 环节动物门 Annelida .....	93
4.2 软体动物门 Mollusca .....	95
4.3 节肢动物门 Arthropoda .....	98
第 5 章 渭河流域常见鱼类图谱 .....	129
5.1 鲑形目 Salmoniformes .....	129



5.2 鲤形目 Cypriniformes .....	132
5.3 鲇形目 Siluriformes .....	167
5.4 鲮形目 Cyprinodontiformes.....	170
5.5 鲈形目 Perciformes .....	171
参考文献.....	177

# 第1章

## 渭河流域概况

### 1.1 自然地理特征

渭河是黄河的最大支流，发源于甘肃省渭源县鸟鼠山北侧，东至陕西省渭南市，于潼关县汇入黄河，全长 818km，流域面积 13.43 万  $\text{km}^2$ 。流域地貌复杂，南有东西走向的秦岭横亘，北有六盘山屏障，西为黄土丘陵沟壑区，东为关中平原区。关中平原位于陕西省中部，介于秦岭和渭北北山之间，西起宝鸡，东到潼关，南界秦岭，长约 300km，面积约 3.4 万  $\text{km}^2$ 。泾河西部和西南部为六盘山、关中山区，植被良好；东部子午岭为泾河和北洛河的分水岭，有茂密的次生天然林；北部为黄土丘陵沟壑区；中部为黄土高原沟壑区。北洛河上游为黄土丘陵沟壑区，中游有子午岭林区和黄龙山林区，中部为黄土塬区，下游进入关中地区，为黄土阶地与冲击平原区（水利部黄河水利委员会，2002）。

渭河为不对称水系，呈扇状分布，北岸支流源远流长，主要流经黄土高原，年内流量变化悬殊，水流含沙量大，以悬移质为主，主要有千河、漆水河、泾河、石川河、北洛河等，是渭河的主要来沙支流。南岸支流较短，均发源于秦岭北坡，主要流经山区，比降较大，水流湍急，泥沙以推移质为主，水力资源较为丰富，主要有石头河、黑河、泔河、灞河等，是渭河的主要径流来源区。渭河流域集水面积在  $1000\text{km}^2$  以上的支流共有 14 条，渭河流域主要水系分布如图 1.1 所示。

泾河是渭河的最大支流，发源于宁夏回族自治区南部六盘山东麓，有南北两源：南源源头为泾源县老龙潭，北源源头为固原大湾镇，两源流至甘肃省平凉市八里桥汇合，东南流经泾川，于杨家坪进入陕西长武县，出高陵后注入渭河，主河道平均比降 2.09%，全长 455.1km，流域面积 4.54 万  $\text{km}^2$ 。彬县早饭头以上河谷开阔，以下至张家山为峡谷河段，河道弯曲，张家山以下为平原型河道。泾河支流众多，集水面积大于  $1000\text{km}^2$  的支流有洪河、马连河、蒲河、三水河、黑河、泔河等，马连河是泾河最大的支流，流域面积 1.91 万  $\text{km}^2$ ，占泾河流域面积的 42%。

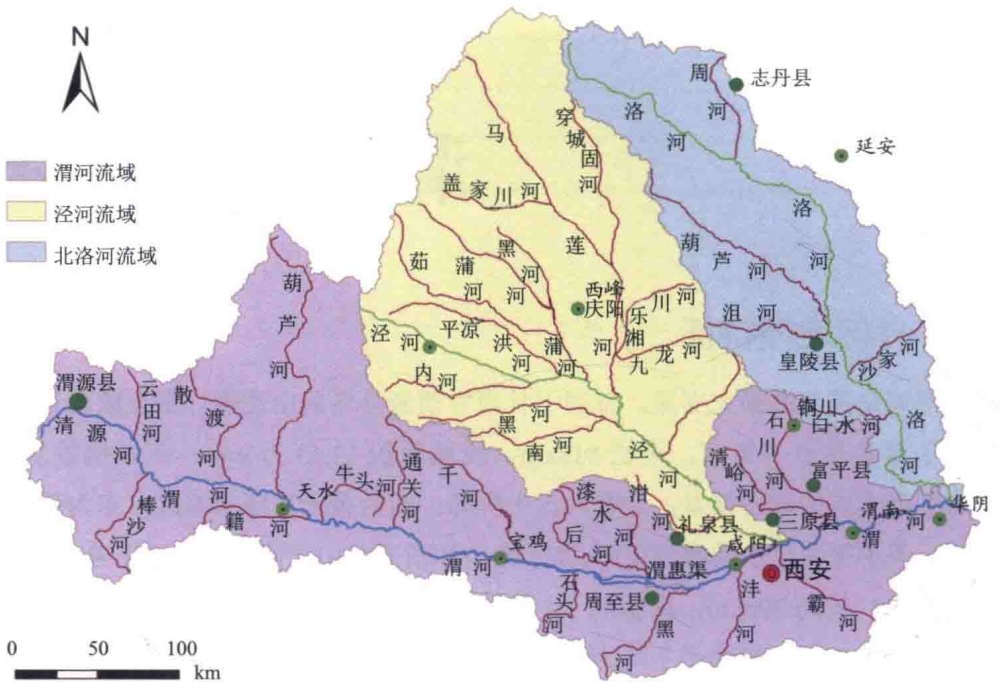


图 1.1 渭河流域主要水系分布图

北洛河是渭河的第二大支流，发源于陕西省吴旗县白于山，于大荔县注入渭河，全长 680.3km，流域总面积 2.69 万  $\text{km}^2$ ，主河道平均比降 1.79%。干流南城里以上蜿蜒曲折，状头以下逐渐变为平原型河流，集水面积大于  $1000\text{km}^2$  的支流有葫芦河、沮河、周河。葫芦河为北洛河最大的支流，流域面积 0.54 万  $\text{km}^2$ 。泾河和北洛河是黄河支流中含沙量最大的河流，是渭河泥沙的主要来源（宋进喜和李怀恩，2004）。

## 1.2 水文气象特征

渭河流域河流纵向特征变化较大，河源至宝鸡峡出口为上游，长 430km，河道狭窄，川峡相间，水流湍急，平均比降 3.85%。宝鸡峡至咸阳铁桥为中游，长 177km，河床宽浅，沙洲较多，水流分散，为游荡性河床，比降由 2% 逐渐变缓为 0.67%。咸阳至潼关河口为下游，长 211km，华县以下，河道蜿蜒曲折，单股无汊，由于泥沙淤积和受黄河三门峡水库回水影响，河道纵坡由 0.2% 渐变为 0.167%，下游河道淤积抬高，常有洪水发生。

渭河流域处于干旱地区和湿润地区的过渡地带，年平均气温 6 ~ 14℃，年

平均降水量 572mm (1956—2000 年系列, 下同), 降水量变化趋势是南多北少, 山区多而盆地河谷少。秦岭山区降水量达到 800mm 以上, 西部太白山、东部华山山区达到 900mm 以上, 而渭北地区平均 541mm, 局部地区不足 400mm。降水量年际变化较大, 最大月降水量多发生在 7 月、8 月, 最小降水量多发生在 1 月、12 月, 7—10 月降水量占年降水总量的 60% 左右。年平均蒸发量为 1000 ~ 2000mm, 无霜期 120 ~ 220 天。年平均天然径流量 100.40 亿  $m^3$ , 占黄河流域天然径流量的 17.3%。径流年际变化大, 年内变化与降水相似, 7—10 月为汛期, 多暴雨, 降水强度大, 汛期来水量占全年的 60%, 其中 8 月来水量最多, 一般占全年的 14% ~ 25%, 1 月来水量最少, 一般仅占全年的 1.6% ~ 3.1%。渭河南岸来水量占渭河流域来水量的 48% 以上, 是渭河径流的主要来源区。

### 1.3 水利工程概况

新中国成立以来, 渭河流域兴建了许多水利工程, 根据水利部发布的中国水库名称代码 (国家防汛抗旱总指挥部办公室, 2001), 渭河流域共有大型水库 4 座, 分别是冯家山水库、羊毛湾水库、石头河水库和巴家嘴水库, 中型水库 28 座。冯家山水库位于千河下游的陈仓、凤翔、千阳三县 (区) 交界处, 于 1981 年建成, 总库容 4.28 亿  $m^3$ , 控制流域面积 3232 $km^2$ , 其引水干渠于 1973 年建成, 长 12.61km, 过水能力 36 $m^3/s$ 。石头河水库位于渭河南岸支流石头河, 于 1989 年建成, 最大坝高 114m, 总库容 1.47 亿  $m^3$ , 控制流域面积 672 $km^2$ 。水库设计开发任务是以灌溉为主, 结合发电, 装机 4 台, 总容量 2.15 万 kW, 实际装机 3 台, 总容量 1.65 万 kW。巴家嘴水库位于甘肃省东部泾河支流蒲河中游黄土高原沟壑区, 始建于 1958 年, 于 1962 年建成, 经 1965 年、1973 年两次加高, 现坝高 74m, 总库容 5.11 亿  $m^3$ , 控制流域面积 3478 $km^2$ 。羊毛湾水库位于陕西省乾县境内漆水河, 于 1970 年建成, 总库容 1.2 亿  $m^3$ , 是一座以灌溉为主, 兼有防洪、养殖等综合利用功能的大型水利工程。

关中地区主要有八大灌区, 即宝鸡峡引渭灌区、交口抽渭灌区、泾惠渠灌区、洛惠渠灌区、冯家山水库灌区、石头河灌区、羊毛湾水库灌区和桃曲坡水库灌区 (表 1.1)。宝鸡峡引渭灌区位于陕西省关中平原西部且与甘肃毗邻, 既是渭河流域八大灌区之一, 也是陕西省最大的国有灌区和主要的商品粮生产基地。宝鸡峡引渭灌区自 1972 年开始从渭河引水, 由宝鸡峡引渭工程、

渭惠渠工程和渭惠渠高原抽水灌溉工程（简称渭高抽）三大部分组成，从宝鸡县林家村和眉县魏家堡两处筑坝引渭，设计引水流量为  $95\text{m}^3/\text{s}$ 。

表 1.1 关中地区主要灌区基本情况

河段	灌区名称	引水水源	引水地点	设计流量 ( $\text{m}^3/\text{s}$ )	灌溉面积 ( $\text{万hm}^2$ )
林家村—咸 阳	宝鸡峡引渭灌区	渭河	渭河宝鸡市林家村、魏家堡水文断面	95	19.77
	冯家山水库灌区	千河	冯家山水库	36	9.07
	石头河灌区	石头河	眉县斜峪关石头河水库	—	—
	羊毛湾灌区	漆水河	乾县羊毛湾水库	—	—
咸一华县	交口抽渭灌区	渭河	临潼县油槐乡西楼村	37	8.4
	泾惠渠灌区	泾河	泾阳县张家山水文断面	46	135.5
	桃曲坡水库灌区	石川河	桃曲坡水库和岔口引水枢纽	—	9.03
华县以下	洛惠渠灌区	北洛河	北洛河大荔县状头水文断面	—	4.95

## 1.4 生态环境概况

受人类活动的强烈干扰，渭河流域生态环境发生急剧变化，主要表现在径流量急剧减少、水环境质量恶化、河流含沙量大、湿地萎缩和生物资源量锐减等 (Song et al., 2007)。20 世纪 60 年代渭河关中段水量较丰富，七八十年代开始减少，90 年代以后年径流量减少较为明显。根据关中地区水文站不同年代径流与多年平均值的比值，魏家堡水文站不同年代径流变幅最大，为  $47.61\% \sim 172.05\%$ ；临潼水文站变幅最小，为  $61.01\% \sim 148.24\%$  (邢大韦等，2007)。近些年随着经济社会的飞速发展，大量工业污水、城镇生活污水未经处理直接排入河道，导致河流水环境不断恶化。根据 2001—2010 年陕西省地表水断面及渭河干流断面水质类别比例的年际变化情况 (杨玉珍等，2012)，渭河 I ~ III 类水质断面比例由 2001 年的 0 上升至 2010 年的 23.1%；劣 V 类断面比例由 2001 年的 84.6% 下降至 2010 年的 69.2%，且 2003 年后劣 V 类断面比例一直保持不变。表明经过关停不合规要求的工业企业、加强城镇生活污水治理等一系列措施，渭河水质略有好转，但参考《地表水环境质量评价办法（试行）》，渭河 2001—2010 年仍为重

度污染。

河流含沙量大，渭河流域多年平均天然来沙量 6.09 亿 t，其中泾河 3.06 亿 t，北洛河 1.06 亿 t，干流咸阳站 1.97 亿 t。由于水土保持作用以及降雨条件的变化，1970—2000 年系列渭河流域多年平均来沙量为 4.57 亿 t，其中泾河 2.46 亿 t，北洛河 0.85 亿 t，干流咸阳站 1.26 亿 t（水利部黄河水利委员会，2002）。干流泥沙的主要来源是泾河、北洛河和渭河上游，其中泾河泥沙主要来自马连河，其集水面积占泾河流域面积的 41%，来沙量占泾河泥沙的 55%；北洛河泥沙主要来自刘家河以上，来沙量占北洛河泥沙的 88%，集水面积仅占北洛河流域面积的 29%。而这些区域多为渭北黄土高原和黄土丘陵沟壑区，区域内水土流失情况严重。

由于人口增长与土地资源减少之间的矛盾日益突出，湿地被大面积开垦，湿地面积日益减少，湿地环境遭到严重干扰和破坏。随着对湿地资源无节制的开发和合理的排水工程建设，湿地上层的腐殖质层被破坏，湿地退化为干地、裸地、盐碱地的面积不断增大（李景宜，2007）。另外，水利工程的修建一定程度上也破坏了河流上下游之间的纵向连通性，割断了水体与河漫滩之间的横向联系，对生物栖息地造成了严重的影响，特别是对湿地影响较大，水利工程阻断了湿地与河流之间的水力联系，已使渭河流域湿地面积消失了约 1/3 以上。

根据 20 世纪 80 年代的调查结果，渭河共有鱼类 58 种（许涛清和李仲辉，1984）。20 世纪 80 年代后由于渭河沿岸造纸厂、化工厂、城镇生活污水大多未经处理直接排入渭河，造成鱼类大范围死亡。20 世纪 90 年代末水污染最为严重，再加上干旱、河道硬化、产卵场丧失等，使得鱼类很难生存，渭河水生生物种类大幅度减少，冬季在渭河流域曾一度很难看到野鸭等候鸟的活动。

## 1.5 社会经济概况

渭河流域包括西安、宝鸡、咸阳、渭南、铜川、杨凌、延安、榆林等 8 个地市（区）的 84 个县（市、区）。截至 2000 年，流域总人口 3251 万，人口密度 241 人 /km<sup>2</sup>。城镇人口 964 万，城市化率 29.7%。流域人口分布以关中地区最为密集，占流域总人口的 65%，人口密度 444 人 /km<sup>2</sup>；流域南北边缘的秦岭山区和黄土高原区，人口分布稀疏。工业主要集中在西安、宝鸡、咸阳、天水、铜川等城市，拥有机械、航空、电子、电力、煤炭、化工、建材和有色金属等工业，是我国西北地区门类比较齐全的工业基地。近年来，高科技、高新技术工业发展很快，在关中已形成西起宝鸡、东至渭南的高新技术产业开发带；在渭河北岸有以铜川为中心的

煤田，是著名的“黑腰带”地区；在甘肃庆阳地区也形成了以能源为主的产业开发带。2000年工业总产值达到1693亿元，占工农业总产值的81%。渭河流域地处我国西部地区的前沿地带，在国家实施的西部大开发战略中具有重要地位。

关中地区素有“八百里秦川”之称，城市集中、经济发达、交通方便、旅游资源丰富、教育设施先进，在渭河流域国民经济中占有重要地位。2000年粮食产量680万t，占全流域的66.7%；工业产值1433亿元，占全流域的84.6%；农业产值271亿元，占全流域的69.8%；GDP为1214亿元，占全流域的81.6%。关中地区是渭河流域经济较为发达的地区之一，目前也是我国重要的粮棉油产区和工业生产基地之一。

# 第2章

## 渭河流域水生生态调查

### 2.1 渭河流域水生生态调查方法

对渭河流域水生态的调查研究分别于2011年10月、2012年4月、2012年10月和2013年4月开展，采样点位分布如图2.1所示，其中2011年10月共调查45个点位，2012年4月共调查49个点位，而2012年10月和2013年4月分别重复性调查60个点位（编号W1~W40为渭河调查点位，编号J1~J20为泾河调查点位，编号L0~L15为北洛河调查点位）。水生态调查内容包括：①水生生物群落结构（着生藻类、大型底栖动物和鱼类）；②水环境质量；③流域土地利用方式。

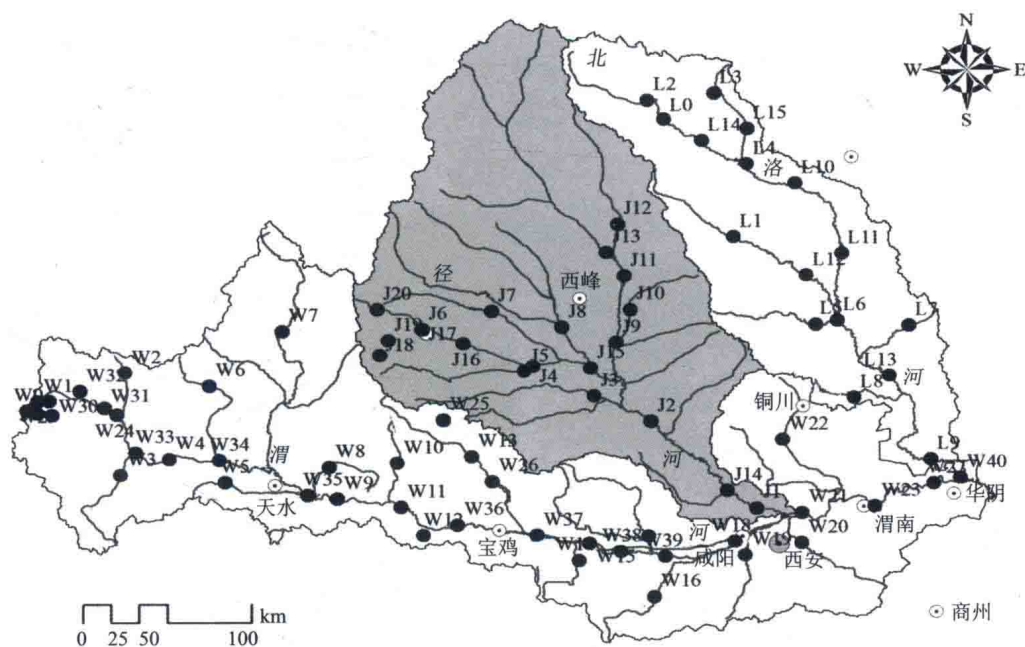


图 2.1 渭河流域水生生态调查采样点位分布图

用 MAGEL-LAN 全球定位系统 (explorist-200) 记录采样点的经纬度和海拔。对渭河流域各采样点的水体理化性质进行测定时，水温、电导率、盐度、总溶解固体、溶解氧、饱和度用水质分析仪现场测定；pH 值用便携式 pH 计测定；



## 渭河流域常见水生生物图谱

水深和流速用流速仪现场测定；对于可涉水河段，河宽采用皮尺测量，对于不可涉水河段采用测距仪测定。底质含沙量用一套底质分样筛网（孔径为 16mm、8mm、4mm、2mm 和 1mm，图 2.2）测定；在各样点采集两个平行水样（各 2L），置于低温保温箱中，于 48h 内带回实验室，根据《地表水环境质量标准》(GB 3838—2002)测定以下水化学指标：硬度、高锰酸盐指数、硝酸盐、亚硝酸盐、氨氮、磷酸盐、硫酸盐、总氮、总磷、悬浮物、硅酸盐。



图 2.2 底质分样筛网

着生藻类的采集方法为：在采样点河流上下游 100m 范围内，依据河流生境的不同（流速、水深和透明度），挑选 3 个石块（石块上表面积小于  $200\text{cm}^2$ ），从各石块上用硬毛刷分别刮取面积为  $11.34\text{cm}^2$ （底面直径 3.8cm 的钟形塑胶盖）的着生藻类，用自来水冲刷至不锈钢托盘中，加入甲醛（5% 体积）固定后转移到广口塑料瓶中保存，作为着生藻类的定量样品。依据以上采样方法，重新从原 3 个石块上刮取剩余着生藻类，用甲醛固定后作为着生藻类的种类鉴定样品（图 2.3）。泥沙底质则从三个不同的区域，刮取表层泥沙（约 2cm 厚）放入广口塑料瓶中，加入甲醛（5% 体积）固定，取样面积为  $36.32\text{cm}^2$ （底面直径 6.8cm 的钟形不锈钢盖），同样采集一份定量样品和一份定性样品。样品尽量鉴定到种（胡红军和魏心印，2006；朱惠忠和陈嘉佑，2000）。



图 2.3 渭河流域着生藻类现场采样调查图