

全国环境监测培训
系列教材

水环境监测技术

中国环境监测总站 / 编

SHUI HUANJING JIANCE JISHU

中国环境出版社

全国环境监测培训系列教材

水环境监测技术

中国环境监测总站 编

中国环境出版社·北京

图书在版编目 (CIP) 数据

水环境监测技术 / 中国环境监测总站编. —北京: 中国环境出版社, 2014.3

全国环境监测培训系列教材

ISBN 978-7-5111-1754-0

I. ①水… II. ①中… III. ①水环境—环境监测—技术培训—教材 IV. ①X832

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2014) 第 036132 号

出版人 王新程
责任编辑 曲 婷
责任校对 尹 芳
封面设计 陈 莹

出版发行 中国环境出版社
(100062 北京市东城区广渠门内大街 16 号)
网 址: <http://www.cesp.com.cn>
电子邮箱: bjgl@cesp.com.cn
联系电话: 010-67112765 (编辑管理部)
发行热线: 010-67125803, 010-67113405 (传真)

印 刷 北京中科印刷有限公司
经 销 各地新华书店
版 次 2014 年 3 月第 1 版
印 次 2014 年 3 月第 1 次印刷
开 本 787×1092 1/16
印 张 16.75
字 数 388 千字
定 价 50.00 元

【版权所有。未经许可请勿翻印、转载, 侵权必究】

如有缺页、破损、倒装等印装质量问题, 请寄回本社更换

《全国环境监测培训系列教材》

编写指导委员会

主 任：万本太

副 主 任：罗 毅 陈 斌 吴国增

技术顾问：魏复盛

委 员：（以姓氏笔画为序）

于红霞	山祖慈	王业耀	王 桥	王瑞斌	厉 青
付 强	邢 核	华 蕾	多克辛	刘 方	刘廷良
刘砚华	庄世坚	孙宗光	孙 韧	杨 凯	杨 坪
李国刚	李健军	连 兵	肖建军	何立环	汪小泉
张远航	张丽华	张建辉	张京麒	张 峰	陈传忠
曹 勤	钟流举	洪少贤	宫正宇	秦保平	徐 琳
唐静亮	海 颖	黄业茹	敬 红	蒋火华	景立新
傅德黔	谢剑锋	翟崇治	滕恩江		

《全国环境监测培训系列教材》

编审委员会

主 任：罗 毅 陈 斌 吴国增

副 主 任：张京麒 李国刚 王业耀 傅德黔 王 桥

委 员：（以姓氏笔画为序）

王瑞斌	田一平	付 强	邢 核	吕怡兵	刘 方
刘廷良	刘 京	刘砚华	孙宗光	孙 韧	杨 凯
李健军	肖建军	何立环	张建辉	张 颖	陈传忠
罗海江	赵晓军	钟流举	宫正宇	袁 懋	夏 新
徐 琳	唐桂刚	唐静亮	海 颖	敬 红	蒋火华
景立新	谢剑锋	翟崇治	滕恩江	魏恩棋	

编写统筹：徐 琳 张 霞 李林楠 马莉娟 高国伟 牛航宇

《水环境监测技术》

编写委员会

主 编：刘廷良

副主编：孙宗光 刘 京

编 委：（以姓氏笔画为序）

仝 青 白 雪 刘 允 刘 跃 李中宇

李东一 李文攀 汤 琳 郁建桥 姚志鹏

徐东炯 嵇晓燕 翟崇治

序

党的十八大把生态文明建设纳入中国特色社会主义事业总体布局，提出建设美丽中国的宏伟目标。环境保护作为生态文明建设的主阵地和根本措施，迎来了难得的发展机遇。环境监测是环保事业发展的基础性工作，“基础不牢，地动山摇”。环境监测要成为探索环保新路的先锋队和排头兵，必须建设一支业务素质强、技术水平高、工作作风硬的环境监测队伍。

我国各级环境监测队伍现有人员近6万人，肩负着“三个说清”的重任，奋战在环保工作的最前沿。我部高度重视监测队伍建设和人员培训工作，先后印发了《关于加强环境监测培训工作的意见》、《国家环境监测培训三年规划（2013—2015年）》，并启动实施了环境监测大培训。

为进一步提升环境监测培训教材的水平，环境监测司会同中国环境监测总站组织全国环境监测系统的部分专家，编写了全国环境监测培训系列教材。这套教材深入总结了30多年来全国环境监测工作的理论与实践经验，紧密结合当前环境监测工作实际需要，对环境监测各业务领域的基础知识、基本技能进行了全面阐述，对法律法规、规章制度和标准规范做了系统论述，对在监测管理和技术工作中遇到的重点和难点问题进行了详细解答，具有很强的科学性、针对性和指导性。

相信这套教材的编辑出版，将会更好地指导全国环境监测培训工作，进一步提高环境监测人员的管理和业务技术能力，促进全国环境监测工作整体水平的提升。希望全国环境监测战线的同志们认真学习，刻苦钻研，不断提高自身能力素质，为推进环境监测事业科学发展、建设生态文明做出新的更大的贡献！

吴晓青

2013年9月9日

前 言

《水环境监测技术》分册是全国环境监测培训系列教材之一。为规范全国环境监测业务技术培训工作，满足“十二五”期间对培训工作的需求，按照中国环境监测总站的统一部署，我们完成了全国环境监测技术培训系列教材《水环境监测技术》的编写。

本技术分册是为全国环境监测系统技术培训中水环境监测技术培训准备的。主要读者对象为：全国各级环境监测管理人员、技术人员、环境监测研究人员和高等院校环境监测相关专业的师生，以及关心环保监测事业的公众。

本技术分册的内容主要涉及水环境常规监测、水质自动监测以及水生生物监测三个方面。水环境常规监测包含了布点原则、采样技术要求、监测数据收集整理、水质评价技术以及监测方案与监测报告的编制等内容。水质自动监测包含了我国地表水自动监测网络的建设与运行管理方面的技术要求与管理要求。水生生物监测不仅介绍了国内外水环境生物监测技术、评价及发展趋势，还涉及水生生物的基本监测项目的布点、采样、监测设备和环境、生物监测的质量保证等方面的内容。

希望通过本教材的培训能够统一全国水环境监测部门对监测过程和技术细节的认知程度和水平，规范全国水环境监测的业务与技术，减小实验室间的数据偏差，使流域上下游之间、流域与流域之间的数据更加准确可比，评价结果更加真实可信，满足“十二五”期间对监测以及培训工作的需求。

第一章编写人员是孙宗光、刘京、仝青、郁建桥、嵇晓燕、姚志鹏、李文

攀；第二章编写人员是刘京、李东一、刘跃、翟崇治；第三章编写人员是徐东炯、汤琳、李中宇、刘允、白雪。由于编写时间仓促，受编写人员业务水平、实践经验和局限的限制，尚有许多地方不尽如人意，也可能存在一些错误，敬请大家多提宝贵意见。

编者

2013年7月于北京

目 录

第一章 常规水环境监测	1
第一节 水环境监测概况	1
第二节 水环境监测布点	5
第三节 水环境监测方案	9
第四节 水环境监测技术	20
第五节 水质监测数据的收集与管理	40
第六节 水环境质量评价	42
第七节 水环境质量评价报告编制	56
报告示例 1 全国主要流域重点断面水质自动监测周报	60
报告示例 2 全国地表水水质月报	65
第八节 水环境监测的质量保证与质量控制	80
第二章 水质自动监测	93
第一节 国家地表水水质自动监测站建设情况	93
第二节 水质自动监测系统介绍	103
第三节 水质自动监测系统建设要求	106
第四节 水质自动监测系统日常运行（例行的维护与保养）	123
第五节 水质自动监测系统数据质量控制	130
第三章 水环境生物监测	136
第一节 水环境生物监测概况	136
第二节 水生生物群落监测	153
第三节 水中微生物卫生学监测	196
第四节 生物毒性监测技术	239
附录	245
参考文献	250

第一章 常规水环境监测

第一节 水环境监测概况

一、水环境监测的分类

水环境包括地表水和地下水；地表水还可以分为淡水和海水，或者河流、湖泊（水库）和海洋。雨水作为降水一般在大气环境中进行研究和分析。

本册中阐述的水环境监测包括地表水环境质量监测和饮用水水源地水质监测。海水环境的监测另有专册详述。目前，地下水环境质量监测在环保监测系统刚刚起步，仅作为饮用水水源地进行监测。

二、发展历程

（一）地表水

20 世纪 70 年代中期到 80 年代初期是我国环境监测的起步阶段。随着社会经济发展，企业的“三废”（废水、废气、废渣）排放逐渐受到重视，为满足城市管理的需求，在部分城市陆续开始组建环境监测站。在建站初期主要针对企业的“三废”排放开展监测工作，开始进行水五项（Hg、Cd、As、Cr、Pb）的分析测试。所以，水的监测是从监测污水中的重金属开始的。

随着我国的环境监测事业的发展，1988 年原国家环保局在“关于发布《国家环境监测网络方案》的通知”（环监[1988]235 号）中首次确定了由 108 个监测站组成的国家地表水环境监测网络，承担全国主要河流共 353 个断面和 26 座重点湖库的监测任务。受当时经济、能力条件的限制，国家网断面仅以沿江沿河主要城市为中心，设置了对照、控制及消减 3 种断面。地表水的监测项目主要有十几项，监测频次按丰枯平 3 个水期，每个水期监测 2 次。

1992 年，根据《全国环境监测“八五”计划和十年规划》（环监[1992]42 号）中有关调整、完善国家环境质量监测网的要求，对国控水质网点位进行重新审核与认证，确认了国控网 135 个监测站，共确定 313 个国控断面。针对 20 世纪 90 年代所面临的水污染严峻形势，原国家环保总局先后组建了淮河、海河、辽河、太湖、巢湖、滇池、黄河、长江、珠江和松花江十大主要流域水环境监测网。水环境监测由一城一地的监测评价转为全流域的整体监测与评价，监测频次也随着污染防治工作的进程逐步加大。

进入 21 世纪,2002 年原国家环境保护总局再次对国控网点进行调整,并在环发[2003]3 号文中发布了调整后的地表水环境监测断面,比较系统地建立了国家水环境监测网。确定了监控 318 条河流、28 个湖(库)的 759 个国控断面,共 262 个环境监测站承担国控网点的监测任务。此次调整增加了省界、国界、入海口、支流汇入口、河流入出湖库口、背景及趋势断面,并大量采用了各重点流域水污染防治的专项规划中确定的污染控制断面。调整后的 759 个断面,除包含了淮河、海河、辽河、太湖、巢湖、滇池、黄河、长江、珠江和松花江十大主要流域外,还涵盖了浙闽片流域、西南诸河和西北诸河等内陆河流,以及 28 个重要湖泊和大型水库。同时,国家开始投入资金实施地表水环境监测网的水质月监测计划,月报工作也随之开展起来。

“十二五”期间,地表水环境监测范围进一步扩大。

(二) 饮用水水源地

对饮用水水源地的水质监测起始于贯彻胡锦涛总书记“让人们喝上干净的水、呼吸上新鲜的空气、吃上放心的食物”的指示精神和国务院《关于加强城市供水节水和水污染防治工作的通知》(国发[2000]36 号)的文件要求。2002 年 5 月环保部门在当时全国 47 个环境保护重点城市率先开展了集中式饮用水水源地的水质监测。在取得良好结果的基础上,2005 年起,在 113 个环境保护重点城市中推广开来。

“十二五”期间,饮用水水源地的水质监测工作将进一步深入,监测范围将扩大至所有地级以上城市,以满足全国地级以上城市集中式饮用水水源地水质保护工作需要。

(三) 地下水

地下水的监测情况比较特殊,从国家资源环境管理分工上,地下水的管理职能在国土资源部,其直属单位中国地质环境监测院负责地下水的监测。2001 年以前的全国环境质量报告书中地下水有单独的一个章节,此章就是由中国地质环境监测院编写的,主要涉及水位和水质。环保部门仅在饮用水水源地的水质监测中涉及地下水的监测。

由于国土资源部在地下水的管理上更侧重资源的使用与管理,因此其监测项目和结果分析不能满足国家环境管理部门的需求。进入“十二五”后,随着国家对重点流域水污染防治工作的深入开展以及水资源环境保护的需要,国家环保部门更加重视地下水的水质状况与污染防治。环保部门对地下水的监测试点工作已经逐步铺开(注:环保部门对地下水的关注点不同于国土部门,注重于浅层地下水的监测)。

三、监测现状

(一) 地表水

2011 年,为了更加科学、客观、全面地反映和评价全国的水环境质量状况,说清全国地表水质量状况及其变化趋势,环境保护部在原有国家地表水监测网的基础上,依据有关标准和监测规范,对全国地表水环境监测点位进行了优化和调整。确定了 972 个国控断面,包括:长江、黄河、珠江、松花江、淮河、海河和辽河七大流域,浙闽片河流、西北诸河

和西南诸河,以及太湖、滇池和巢湖的环湖河流等共 419 条河流的 766 个断面;此外还包括太湖、滇池、巢湖等 62 个(座)重点湖库的 206 个点位(35 个湖泊 158 个点位,27 座水库 48 个点位)。

目前,我国的地表水质的监测继续依靠国家水环境监测网络开展水质月监测工作。监测项目为《地表水环境质量标准》(GB 3838—2002)表 1 中的所有基本项目。即水温、pH 值、电导率、溶解氧、高锰酸盐指数、化学需氧量、五日生化需氧量、氨氮、总磷、铜、锌、氟化物、硒、砷、汞、镉、铬(六价)、铅、氰化物、挥发酚、石油类、阴离子表面活性剂、硫化物、粪大肠菌群和流量(水位)。对于湖库,除以上项目外,还增加了评价富营养化所需要的透明度、叶绿素 a 和总氮。

对河流、湖库的水质评价执行《地表水环境质量标准》(GB 3838—2002),按 I~劣 V 类六个类别进行评价。湖库富营养化的评价执行中国环境监测总站生字[2001]090 号文,按贫营养至重度富营养六个级别进行评价。

中国环境监测总站作为我国水环境监测网络组长单位每月收集水环境监测数据,经过汇总统计整理编制水质月报、季报和年报。

在此基础上,根据国家环境管理的需求,还布设了一些专项性的监测网络,开展专项性的监测。如“锰三角”地区水环境质量监测、跨国界河流(湖泊)水环境质量监测等。

(二) 饮用水水源地

目前,饮用水水源地的水质监测范围为 113 个环保重点城市的 410 个水源地。其中地表水水源地 250 个(河流 154 个、湖库 96 个),地下水水源地 160 个。饮用水水源地每月监测 1 次。地表水监测项目为《地表水环境质量标准》(GB 3838—2002)中表 1、表 2 及表 3 前 35 项;地下水监测项目为 pH、总硬度、硫酸盐、氯化物、铁、锰、铜、锌、挥发酚、阴离子表面活性剂、高锰酸盐指数、硝酸盐氮、亚硝酸盐氮、氨氮、氟化物、氰化物、铅、镉、铬(六价)、汞、砷、硒和总大肠菌群,共 23 项。

四、监测管理

(一) 法律依据

(1)《中华人民共和国环境保护法》(由中华人民共和国第七届全国人民代表大会常务委员会第十一次会议于 1989 年 12 月 26 日通过)。

第十一条“国务院环境保护行政主管部门建立监测制度,制定监测规范,会同有关部门组织监测网络,加强对环境监测的管理”。

(2)《中华人民共和国水污染防治法》(1984 年 5 月 11 日第六届全国人民代表大会常务委员会第五次会议通过,1996 年 5 月 15 日第八届全国人民代表大会常务委员会第十九次会议修正)。

第四条 各级人民政府的环境保护部门是对水污染防治实施统一监督管理的机关。

(二) 管理体制

1. 行政管理

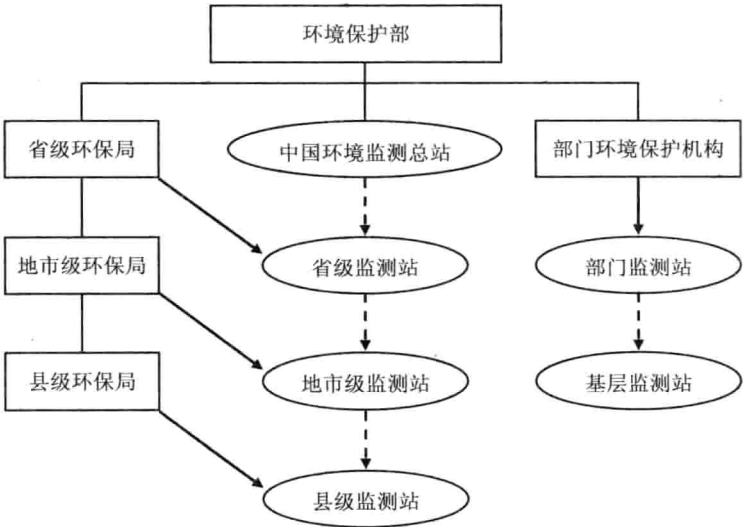
国家级环境质量监测网由环境保护部统一监督管理，省级、地市级环境质量监测网由省、市环保厅局负责监督管理，各部门分工负责。

2. 技术管理

中国的水环境监测系统共分为四级，即国家级、省级、地市级、县级。各级监测站采用统一的监测技术规范和方法标准开展水环境监测工作，在技术管理上，由上级站指导下级站，并进行分级质量保证。中国的水环境监测管理体制见图 1.1。

原国家环保总局 2003 年实施的“全国地表水监测能力建设项目”共投资 2.9 亿元，装备了 195 个承担国控断面水质监测工作的监测站。并每年拨付约 4 000 万元作为地表水国控网监测的经费补助（包括水质自动站运行费用）。

松花江水污染事件以后，国家加强了对水环境监测的能力建设，从水环境应急监测、预警监测以及饮用水水源地水质监测能力，到边界出入境河流（湖泊）的监测与采样能力，投入的力度之大范围之广是前所未有的，使得水环境监测能力从国家到省、市以至于县得到极大的提高。



注：图中实线表示行政管理，虚线表示技术管理。

图 1.1 中国的水环境监测管理体制示意图

3. 管理方式

中国的水环境监测目前主要采用网络的组织管理方式，主要分为国家级、省级和地市级环境质量监测网三级网络体系。

现行的国家级水环境监测网主要有 10 个：

- (1) 长江流域国家水环境监测网；
- (2) 黄河流域国家水环境监测网；

- (3) 珠江流域国家水环境监测网;
- (4) 松花江流域国家水环境监测网;
- (5) 淮河流域国家水环境监测网;
- (6) 海河流域国家水环境监测网;
- (7) 辽河流域国家水环境监测网;
- (8) 太湖流域国家水环境监测网;
- (9) 巢湖流域国家水环境监测网;
- (10) 滇池流域国家水环境监测网。

省级和地市级环境质量监测网主要由辖区内的各级环境监测站组成。

国家级水环境监测网络内各成员单位在统一规划下,按照水环境及污染源监测技术规范的要求,协同开展流域内各水系、主要河流、湖库、入河排污口及污染源定期监测工作,并向中国环境监测总站报送监测数据,用于编写全国环境质量报告书。

第二节 水环境监测布点

一、布点原则

监测断面是指为反映水系或所在区域的水环境质量状况而设置的监测位置。监测断面要以最少的设置尽可能获取足够的有代表性的环境信息;其具体位置要能反映所在区域环境的污染特征,同时还要考虑实际采样时的可行性和方便性。流经省、自治区和直辖市的主要河流干流以及一、二级支流的交界断面是环境保护管理的重点断面。

(一) 河流水系的断面设置原则

河流上的监测位置通常称为监测断面。流域或水系要设立背景断面、控制断面(若干)和入海口断面。水系的较大支流汇入前的河口处,以及湖泊、水库、主要河流的出、入口应设置监测断面。对流程较长的重要河流,为了解水质、水量变化情况,经适当距离后应设置监测断面。水网地区流向不定的河流,应根据常年主导流向设置监测断面。对水网地区应视实际情况设置若干控制断面,其控制的径流量之和应不少于总径流量的 80%。

(二) 湖泊水库的监测布点原则

湖泊、水库通常设置监测点位/垂线,如有特殊情况可参照河流的有关规定设置监测断面。湖(库)区的不同水域,如进水区、出水区、深水区、浅水区、湖心区、岸边区,按水体类别设置监测点位/垂线。湖(库)区若无明显功能区别,可用网格法均匀设置监测垂线。监测垂线上采样点的布设一般与河流的规定相同,但当有可能出现温度分层现象时,应作水温、溶解氧的探索性试验后再定。

(三) 行政区域的监测布点原则

对行政区域可设入境断面(对照断面、背景断面)、控制断面(若干)和出境断面(入

海断面)。在各控制断面下游,如果河段有足够长度(至少 10 km),还应设消减断面。国际河流出、入国境的交界处应设置出境断面和入境断面。国家环保行政主管部门统一设置省(自治区、直辖市)交界断面。各省(自治区、直辖市)环保行政主管部门统一设置市县交界断面。

(四) 水功能区的监测布点原则

根据水体功能区设置控制监测断面,同一水体功能区至少要设置 1 个监测断面。

(五) 其他监测断面

根据污染状况和环境管理需要还可设置应急监测断面和考核监测断面。

二、设置要求

(1) 背景断面:反映水系未受污染时的背景值。设置在基本上不受人類活动的影响,且远离城市居民区、工业区、农药化肥施放区及主要交通路线的地方。原则上应设在水系源头处或未受污染的上游河段,如选定断面处于地球化学异常区,则要在异常区的上、下游分别设置;如有较严重的水土流失情况,则设在水土流失区的上游。

(2) 入境断面:反映水系进入某行政区域时的水质状况,应设置在水系进入本区域且尚未受到本区域污染源影响处。

(3) 控制断面:反映某排污区(口)排放的污水对水质的影响。应设置在排污区(口)的下游,污水与河水基本混匀处。控制断面的数量、控制断面与排污区(口)的距离可根据以下因素决定:主要污染区的数量及其间的距离、各污染源的实际情况、主要污染物的迁移转化规律和其他水文特征等。此外,还应考虑对纳污量的控制程度,即由各控制断面所控制的纳污量不应小于该河段总纳污量的 80%。如某河段的各控制断面均有五年以上的监测资料,可用这些资料进行优化,用优化结论来确定控制断面的位置和数量。

(4) 出境断面:反映水系进入下一行政区域前的水质。因此应设置在本区域最后的污水排放口下游,污水与河水已基本混匀并尽可能靠近水系出境处。如在此行政区域内,河流有足够长度,则应设消减断面。消减断面主要反映河流对污染物的稀释净化情况,应设置在控制断面下游,主要污染物浓度有显著下降处。

三、设置方法

监测断面的设置位置应避开死水区、回水区、排污口处,尽量选择河段顺直、河床稳定、水流平稳,水面宽阔、无急流、无浅滩处。监测断面力求与水文测流断面一致,以便利用其水文参数,实现水质监测与水量监测的结合。

入海河口断面要设置在能反映入海河水水质并邻近入海的位置。有水工建筑物并受人工控制的河段,视情况分别在闸(坝、堰)上、下设置断面。如水质无明显差别,可只在闸(坝、堰)上设置监测断面。设有防潮桥闸的潮汐河流,根据需要在桥闸的上、下游分别设置断面。由于潮汐河流的水文特征,潮汐河流的对照断面一般设在潮区界以上。若感潮河段潮区界在该城市管辖的区域之外,则在城市河段的上游设置一个对照断面。潮汐河

流的消减断面，一般应设在近入海口处。若入海口处于城市管辖区域外，则设在城市河段的下游。

四、采样点的确定

在一个监测断面上设置的采样垂线数与各垂线上的采样点数应符合表 1.1 和表 1.2，湖（库）监测垂线上的采样点的布设应符合表 1.3。

表 1.1 断面上采样垂线数的设置

河流宽度	垂线数量	说 明
≤50 m	一条（中泓）	1. 垂线布设应避开污染带，要测污染带应另加垂线 2. 确能证明该断面水质均匀时，可仅设中泓垂线 3. 凡在该断面要计算污染物通量时，必须按本表设置垂线
50~100 m	二条（近左、右岸有明显水流处）	
>100 m	三条（左、中、右）	

表 1.2 采样垂线上的采样点数的设置

水深	垂线数量	说 明
≤5 m	上层一点	1. 上层指水面下 0.5 m 处，水深不到 0.5 m 时，在水深 1/2 处。 2. 下层指河底以上 0.5 m 处。 3. 中层指 1/2 水深处。 4. 封冻时在冰下 0.5 m 处采样，水深不到 0.5 m 处时，在水深 1/2 处采样。 5. 凡在该断面要计算污染物通量时，必须按本表设置采样点
5~10 m	上、下层各一点	
>10 m	上、中、下三层各一点	

表 1.3 湖（库）监测点位上采样点数的设置

水深	采样点数	说 明
≤5 m	一点：水面下 0.5 m 处	1. 水深不足 1 m，在 1/2 水深处设置测点 2. 有充分数据证实垂线水质均匀时，可酌情减少测点
5~10 m	二点：水面下 0.5 m，水底上 0.5 m	
>10 m	三点：水面下 0.5 m，1/2 水深处，水底上 0.5 m	

五、国控断面的设置

根据监测的水环境质量状况、污染物时空分布和变化规律，同时考虑社会经济发展，监测工作的实际状况和需要（要具有相对的长远性），确定监测断面布设的位置和数量，以最少的断面、垂线和测点取得代表性最好的监测数据。

选定的监测断面和垂线均应经环境保护行政主管部门审查确认，并在地图上标明准确位置，在岸边设置固定标志。同时，用文字说明断面周围环境的详细情况，并配以照片。这些图文资料均存入断面档案。断面一经确认不能随意变动。确需变动时，需经环境保护行政主管部门同意，重作优化处理与审查确认。

对于季节性河流和人工控制河流，由于实际情况差异很大，这些河流监测断面的确定，