

ICS 编号

CCS 编号

团体标准

T/CHES XXX—20XX

代替 T/CHES XXX—XXXX

水功能区限制排污安全余量计算规程

Code of practice for computation on margin of safty of the total
pollutant load allocation of water bodies

（征求意见稿）

20XX-XX-XX 发布

20XX-XX-XX 实施

中国水利学会 发布

目 次

前 言	II
引 言	III
1 范围	4
2 规范性引用文件	4
3 术语	4
4 基本程序	6
5 点源污染源入河量的调查与估算	7
5.1 基本要求	7
5.2 计算方法	7
5.3 合理性检验	8
6 面源污染物入河量的调查与估算	8
6.1 基本要求	8
6.2 计算方法	8
7 纳污能力核算和限排总量控制方案	11
7.1 纳污能力核算	11
7.2 限排总量控制方案	12
8 安全余量的计算	13
8.1 确定原则	13
8.2 确定方法	14
8.3 安全余量的计算	15
8.3 考虑安全余量的限排总量控制方案	16
附录 A 水功能区纳污能力参考计算方法（规范性附录）	17
A.1 水功能区纳污能力计算方法	17
A.1.1 一般河流水功能区纳污能力计算的一维模型	17
A.1.2 感潮河段纳污能力计算的一维迁移方程	18
A.1.3 均匀混合的湖（库）纳污能力计算的均匀混合模型	18
A.1.4 非均匀混合湖（库）纳污能力计算的非均匀混合模型	19
A.1.5 具有富营养化趋势的湖（库）纳污能力计算模型	19
A.1.6 宽阔水域纳污能力计算的二维水质模型	19
A.2 水功能区纳污能力主要计算参数	20
A.2.1 综合衰减系数	20
A.2.2 分散系数	21
附录 B 面源污染源计算系数（资料性附录）	22
B.1 面源污染物产生系数和排放系数	22
B.1.1 农村生活污染源	22
B.1.2 农田径流污染源	25
B.1.3 畜禽养殖污染源	30
B.1.4 城镇地表径流污染源	32
B.1.4 水土流失污染源	32
B.1 面源污染物入河系数	37
参考文献	43

前 言

本标准按 GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则编写》的要求，编制本规程。

本标准由中国水利水电科学研究院提出，由中国水利协会归口。

标准的起草单位：中国水利水电科学研究院

水利部水利水电规划设计总院

标准的主要起草人：蒋艳 彭文启 张建永 骆辉煌 史晓新 杨青瑞 黄智华 余晓
高丽娜 黄钰铃 冯顺新 莫晶

引 言

为了落实科学发展观，《国务院关于实行最严格水资源管理制度的意见》（国发[2012]3号）（以下简称《意见》）提出了建立水功能区限制纳污红线，到2030年主要污染物入河湖总量控制在水功能区纳污能力范围之内，水功能区水质达标率提高到95%以上；为实现上述目标，《意见》提出实施水功能区限制纳污制度，从严核定水域纳污容量，严格控制入河湖排污总量。

水利部《关于全国重要江河湖泊水功能区限制排污总量意见》（水资源函[2015]66号），对国务院批复的4493个全国重要江河湖泊水功能区核定了水域纳污能力，提出了限制排污总量意见。全国重要江河湖泊实施水功能区限制纳污制度中，仍存在水功能区水质不达标的情形，2018年全国评价水功能区6779个，满足水域功能目标的4503个，占评价水功能区总数的66.4%。限制排污总量控制方案应围绕水功能区水质达标的这一核心目标，综合考虑影响水功能区水质不达标的风险因素，在限制排污总量中预留一定的安全余量，降低水功能区水质不达标的风险。

本标准规定了水功能区限制排污总量方案中，确定安全余量的技术流程和方法，补充和完善现有的水功能区限制排污总量方案，为各级人民政府的水污染防治和污染减排工作提供重要依据。

标准名称

1 范围

本标准规定了全国水功能区限制排污总量方案中，安全余量计算的技术流程和方法，适用于水功能区限排方案中安全余量的计算。

2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件，仅所注日期的版本适用于本文件。凡是不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

GB/T 25173 《水域纳污能力计算规程》
GB/T 50594 《水功能区划分标准》
GB 3838 《地表水环境质量标准》
GB 3839 《制定地方水污染物排放标准的技术原则与方法》
SL 26 《水利水电工程技术术语》
SL 219 《水环境监测规范》
SL 662 《入河排污量统计技术规程》
SL 278 《水利水电工程水文计算规范》
HJ 2.3 《环境影响评价技术导则 地表水环境》
HJ 130 《规划环境影响评价技术导则总纲》

3 术语

下列术语和定义适用于本文件。

3.1 水功能区 Water Function Zone

为满足水资源合理开发、利用、节约和保护的需求，根据水资源的自然条件和开发利用现状，按照流域综合规划、水资源保护规划和经济社会发展要求，依其主导功能划定范围并执行相应水环境质量标准的水域。

3.2 水功能区划 Water Function Zoning

对水域各部位水体，研究其主导及从属功能，进行水功能区的划定。可划分为保护区、缓冲区、开发利用区、保留区、饮用水源区、工业用水区、农业用水区、渔业用水区、景观娱乐用水区、过渡区、排污控制区等。

3.3 水功能区水质目标 Water Quality Target Of Water Function Zone

根据水功能区水质现状、排污状况、不同水功能区的特点、水资源配置对水功能区的要求以及技术经济条件，拟定的水功能区现状条件和规划条件下的水质保护目标。

3.4 水功能区纳污能力 Permissible Pollution Bearing Capacity Of Water Bodies

在满足水域功能要求的前提下，在给定的水功能区水质目标值、设计水量、排污口位置及排污方式下，水功能区水体所能容纳的最大污染物量。

3.5 安全余量 Safety Margin

由于污染源、水文、水质等因素的不确定性，模型计算误差，以及考虑未来发展在污染物负荷分配中所预留的负荷量。

3.6 点源污染物入河量 Pollution Quantity Of Entering River

指通过入河排污口（含入河退水口）进入地表水体的废污水及污染量。

3.7 限制排污总量 Controlling Pollution Quantity Of Entering River

根据水功能区的纳污能力和污染物入河量，综合考虑水功能区水质状况、当地技术经济条件和经济社会发展，水功能区允许排入某种污染物的最大数量。限制排污总量（简称为限排总量）是进行水功能区水质管理的依据。不同的水功能区限排总量按不同的方法分别确定，同一水功能区不同水平年限排总量可以不同

3.8 点源污染 Point Source Pollution

点源污染是指集中由排污口排入水体的污染源。点污染源具有确定的空间位置、可直接通过测量排放的水量和污染物浓度来计算污染源排放的负荷。点污染源排放污水的方式主要有4种：通过工厂排污口直接排污水进入地表水体；经下水道与城市生活污水混合后排入地表水体；通过排污渠道将污水送至附近地表水体；通过渗坑、渗井排入地下水水体。

3.9 面源污染 Non-Point Source Pollution

面源污染，或称非点源污染，指溶解性或固体污染物在降雨径流的淋溶和冲刷作用下汇入受纳水体(包括河流、湖泊、水库和海湾等)并引起水体富营养化或其他形式的污染。面源污染物主要来源于土壤侵蚀、化肥与农药的过量使用、城市和公路径流、畜禽养殖和农村废弃物等，受流域内土地利用状况、地形地貌、水文特征、气候、天气等条件的不同而具有空间异质性和时间上的不均匀性，排放具有随机性和不确定性。

3.10 农村生活污染 Rural Domestic Non-Point Source Pollution

农村生活污染指在村、镇农村居民日常生活或为日常生活提供服务的活动中产生的生活污水、生活垃圾、废气、人（畜）粪便等污染。不包括为日常生活提供服务的工业活动（如农产品加工、集中畜禽养殖）产生的污染物。

3.11 农业面源污染 Agricultural Non-Point Source Pollution

农业面源污染指在农业生产活动中，农田中泥沙、营养盐、农药及其它污染物在降水或灌溉过程中，通过农田地表径流、壤中流、农田排水和地下渗漏进入水体，形成的面源污染。通过包括农田（种植业）径流污染、农村畜禽养殖污染、农村生活污染、以及水产养殖污染。

3.12 畜禽养殖污染 Livestock And Poultry Non-Point Source Pollution

畜禽养殖污染指在分散养殖户在典型的正常生产和管理条件下，畜禽产生的原始污染物经处理设施消减或利用后，或未经处理利用而直接排放到环境中的污染量。

3.13 城镇地表径流污染 Urban Non-Point Source Pollution

城市面源污染主要是由降雨径流的淋溶和冲刷作用产生，径流污染初期作用明显，特别是暴雨初期，降雨径流将地表的、沉积在下水管网的污染物，在短时间内，突发性冲刷汇入受纳水体，引起水体污染。

3.13 水土流失污染 Soil Erosion Non-Point Source Pollution

水土流失型非点源污染是泥沙作为一种重要的面源污染物，在降雨及基产生的地表径流原动力作用下，通过沟谷和河流，溶解和泥沙吸附的化学物质伴随径流过程以广域、分散的形式进入各种水体，造成水环境的非点源污染和水质恶化。

3.14 污染物产生量 Quantity of Pollutant Generation

在正常技术、经济、管理等条件下，一定时间内，污染源某种污染物生成的数量，亦即污染源最初未经任何污染控制措施所产生的污染源基本水平。

3.15 污染物排放量 Quantity of Pollutant effluent

污染源排入环境或者其它设施（排污口等）的某种污染物的数量，包括污水排放量和污染物排放浓度。

3.16 年径流变差系数 Variation Coefficient Of Annual Runoff

年径流变差系数 C_v 值表示年径流时间序列的标准差与平均值（多年平均流量）的比值，反映年径流量序列的年际变化幅度（年际变幅）的特征值。

3.17 水质数学模型 Water Quality Model

描述污染物在水体中迁移、转化规律的数学表达式和计算机软件。

4 基本程序

安全余量的计算程序主要包括资料收集、纳污能力计算、污染源调查、入河排污口调查，污染物入河量确定，安全余量计算、限制排污量计算，合理性分析与检验。具体程序为：

- 1) 水功能区基本资料的调查、收集和分析整理；
- 2) 根据规划和管理需求，分析水功能区水域污染特性、入河排污口状况，确定计算水域纳污能力的污染物种类；根据水域扩散特性，确定水质模型及参数，计算水功能区纳污能力；
- 3) 调查点源和面源污染源源强及排放量，估算污染源入河量、点源污染物的动态变化和面源污染物贡献比率；
- 4) 估算设计水文条件不均匀性，点源污染物动态变化，面源污染物贡献率大，以及其它不确定性条件下的安全余量；
- 5) 根据水功能区纳污能力、入河排污量和安全余量综合确定水功能污染物限排总量方案。

计算流程如图 1 所示：

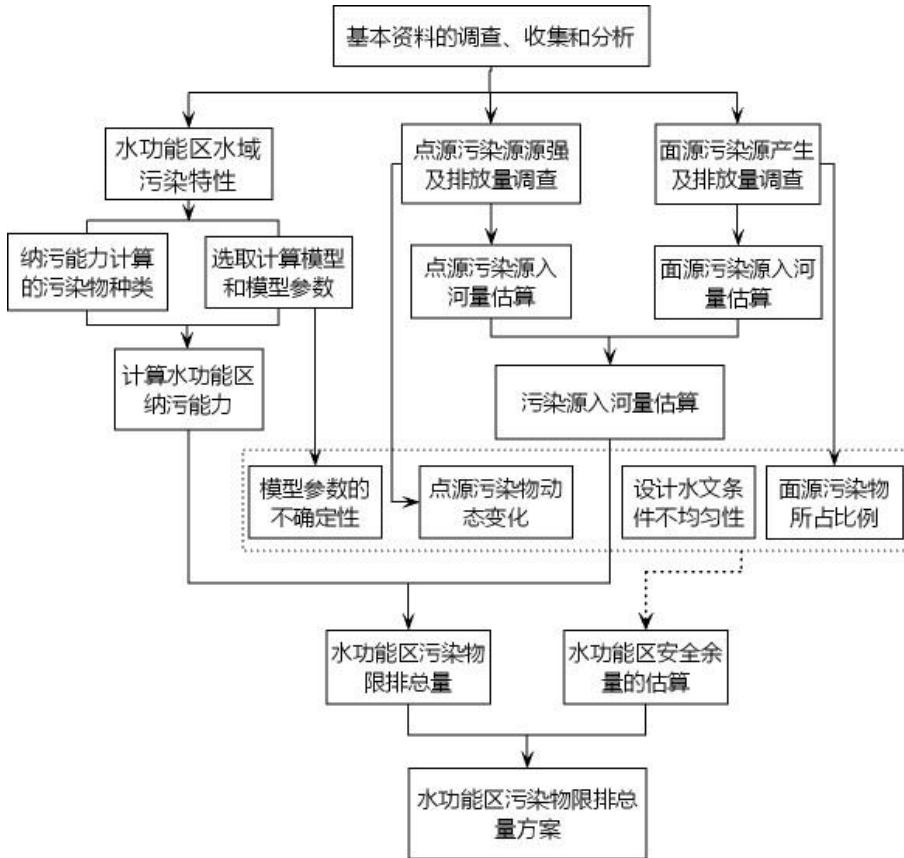


图 1 技术路线图

5 点源污染源入河量的调查与估算

点源污染物入河量原则上根据各入河排污口的实测数据进行核算。

5.1 基本要求

对直接排入水功能区的排污口和支流口进行调查。

点源污染物入河量调查对象为入河排污口。调查所有入河排污口的位置、数量、分布、类型及入河方式、污水性质、排放规律与废污水及主要污染物入河量，入河排污口是指直接排入水功能区水域的排污口。由排污口进入水功能区水域的废污水量和污染量，统称废污水入河量和污染物入河量。污染严重的较小支流，可按排污口处理。

汇入水功能区的较大支流，如果支流口水质好于水功能区的水质目标，则不考虑该支流上的污染源；如果支流口水质劣于水功能区的规划水质目标，则需考虑支流上的污染源。

在第二次全国污染源普查工作（2017年）的基础上，补充调查实施范围内的排污口资料。

5.2 计算方法

点源污染物入河量主要利用入河排污口实测数据获得，具体方法参照《水域纳污能力计算规程》（GB/T 25173-2010）及《入河排污量统计技术规程》（SL662-2014）的相关规定。

对有水质水量实测资料的入河排污口，根据废污水排放量和水质监测资料，按下式估算主要污染物入河量：

$$W_{排} = 10^{-6} \times Q_{排} \times C_{排} \dots\dots\dots \text{（式 5-1）}$$

式中：

$W_{\text{排}}$ ——某种污染物的年入河量，t/a；

$Q_{\text{排}}$ ——废污水年入河量，t/a；

$C_{\text{排}}$ ——某种污染物的年均入河浓度，mg/L。

5.3 合理性检验

入河排污口调查结果不仅与地区排污状况、经济发展水平、产业结构和工艺技术、地区工业和生活用水量相关，还与企业的管理水平、污染治理水平有关，因此各种数据如用水量、污染源废污水排放量、入河量之间要符合一定的规律。应对入河排放量数据的合理性进行检验。具体为：

- 检验入河排污口废污水量与污染源废污水排放量之间关系的合理性；
- 检验入河排污口污染物质量与污染源污染物排放量的合理性；
- 结合地区特点，对不同地区的入河废污水量进行比较和合理性分析。

6 面源污染物入河量的调查与估算

6.1 基本要求

面源污染调查的对象包括农村生活污水及固体废弃物、化肥农药使用情况、畜禽养殖、水土流失和城镇地表径流五项。面源污染物入河量指由农村生活、农田、分散式畜禽养殖、水土流失和城镇地表径流进入水域的污染物质。

面源污染物入河量估算内容分为面源源强和流失量（或排放量）调查，入河量估算两部分。一般采用产污系数法计算污染源源强，排污系数或流失系数计算污染物流失量或排放量。在污染物流失量或排放量基础上，采用入河系数计算污染物入河量，也采用其它合理方法进行估算。

6.2 计算方法

分析确定面源污染类型区；然后调查与估算各类型区面源污染负荷量，确定面源污染重点区及代表因子。

6.2.1 农村生活污染源

农村生活污染源源强调查主要包括农村生活污水和生活垃圾的源强，调查农村常住人口数量和人均用水量等指标。

农村生活废水及生活垃圾产生量和排放量估算采用人均产污系数法和人均排污系数法。农村生活污染源源强产污系数为农村人口日均每人产生的生活污水与污染物质。农村生活污染排污系数为农村人口日均每人排放到户外的生活污水与污染物质。

采用典型调查与类比分析相结合的方法确定农村人口产污系数与排放系数。不同地区可根据本地区的实际情况，以乡镇为基本行政单元统计农村人口，并估算其生活污水及生活垃圾产生的污染物质和排放量。

农村生活污染源主要按农村人口数量和人均生活污染物产生系数及排放系数估算其污染物的产生量与排放量。

$$G_c = 365 \times N \times F_c \dots\dots\dots \text{(式 6-1)}$$

$$G_p = 365 \times N \times F_p \dots\dots\dots \text{(式 6-2)}$$

式中， G_c 、 G_p 为农村生活污染物产生量与排放量， N 为农村人口数量， F_c 、 F_p 为农村生活污染物产生系数与排放系数。

农村生活污染源产生量和排放量是基于分区、分类的思想，通过实际测算提出生活污水排放分区及相关参数，农村生活污染源排放分区如附录 B-1 所示，农村生活污染物产生系数

与排放系数如附录 B-2 所示。

6.2.2 农田径流污染源

农田面源源强调查包括肥料及农药施用量调查和折纯量计算。肥料指化肥和有机肥，化肥包括氮肥、磷肥、钾肥、复合肥；有机肥包括商品有机肥、畜禽粪便等。肥料调查内容主要为肥料名称、有效成分及其含量、施用量、施用方法等。农药调查内容主要是农药名称、有效成分及其含量、施用量、施用方法等。应将肥料、农药折算成有效成分，肥料的有效成分以N和P₂O₅计，农药以有机氯、有机磷计。

根据地形和气候特征将农业种植区污染源划分为北方高原山地区、南方山地丘陵区、东北半湿润平原区、黄淮海半湿润平原区、南方湿润平原区和西北干旱半干旱平原区，各分区的范围和种植模式分类如附录B- 3所示。

采用农田面源污染物流失量可以采用公式法和查表法。公式法计算方法如下：

$$Q = \sum_{i=1}^n A \times F \times C \dots\dots\dots (式6- 3)$$

式中：

- Q——农田面源流失量，t；
- A——某种农作物类型占用的耕地面积，km²；
- F——该种农作物单位耕地面积的肥料、农药施用量，t；如附录B-4所示；
- C——该种农作物类型该种污染物的流失系数，如附录B-5所示；
- N——农作物种类，（n为整数）。

查表法是指通过查表获得不同分区、不同种植模式的农田单位面积化肥流失量，如附录B-6所示。

6.2.3 畜禽养殖污染源

分散式畜禽养殖污染主要调查猪、奶牛、肉牛、羊、大牲畜（马、驴、骡）、蛋鸡、肉鸡等的养殖数量。

采用典型调查与类比分析相结合的方法确定畜禽种类及其产污系数和排污系数。

根据畜禽种类和数量，采用产污系数和排污系数法，估算畜禽养殖产生的污染量与排放量。

畜禽养殖业除集约化、规模化养殖场和养殖区外，还包括大量分散式养殖。根据《全国环境质量状况公报》、《中国环境统计年鉴》等资料，将集约化、规模化养殖场和养殖区按点源类处理，规模以下养殖为分散式养殖按照面源处理。分散式畜禽养殖指畜禽饲养数量达到一定数量的养殖户，养殖户的存栏或出栏规模如下：生猪≥50（出栏）、奶牛≥5头（存栏）、肉牛≥10头（出栏）、蛋鸡≥500羽（存栏）、肉鸡≥2000羽（出栏）。

核算出分散式畜禽养殖污染物的产生量；确定畜禽粪污排放系数，核算出分散式畜禽养殖污染物的排放量，计算方法如下：

$$W = \sum_{i=1}^n Q \times P \times E \times C \times R \times 10^{-6} \dots\dots\dots (式6-4)$$

式中：

- W——畜禽养殖某种污染物排放量，t；
- Q——某种畜禽的饲养数量，头或只；
- P——种畜禽的饲养周期，d；
- E——该种畜禽的产污系数，g/头·d，参见附录B-7；
- C——畜禽粪便中该种污染物平均含量，单位为kg/t，参见附录B-8；
- R——畜禽养殖面源污染物的流失率，参见附录B-9。

6.2.4 城镇地表径流污染源

城镇地表径流面源污染主要调查城镇区域的土地利用情况，包括居民区、商业区、工业区、公共设施、公路、城市空地、水面面积等。采用典型调查与类比分析相结合的方法，确定不同土地利用类型的径流污染物平均浓度。

城镇径流面源流失量可通过多场降雨的径流污染物平均浓度和年径流量计算得到。推荐使用计算城镇地表径流污染负荷的简易模型：

$$L = R \times C \times A \times 10^{-6} \dots\dots\dots \text{(式 6-5)}$$

式中：

L ——年负荷量（kg）；

R ——年径流量（mm）；

C ——径流污染物浓度（mg/L）；

A ——集水区面积（m²）。

径流污染物浓度要求能代表该城市径流平均浓度值，数值可以从当地城市径流资料获得。我国城市面源污染具有一定地域特征，对于屋面径流和路面径流，特大城市的污染程度均高于中等城市；南方城市道路径流污染物浓度较高于北方城市，而北方城市屋面径流污染物浓度较高于南方城市。商业区、居民区、工业区是性质不同的城市功能区，其地表富集的污染物质及性质都有差异，使得各区所形成的降雨径流也有不同的污染特征，相对来说，居民区地表径流水质较好，商业区和工业区地表径流水质较差。我国城市道路径流污染物平均浓度如附录 B-10 所示。

由于不同地区地表污染状况和气象条件存在差异，不同地区城镇地表径流浓度的变化范围很大，因此在对特定城镇地表径流进行分析时，应慎重选择参数，氨氮流失量按照总氮流失量10%进行估算。

6.2.5 水土流失污染源

水土流失污染物流失量调查包括流域的土壤类型及其分区面积、土壤中总氮与总磷的平均含量、土壤流失状况、污染物富集比等。水土流失的污染物流失量采用以下公式估算。

$$w = \sum w_i A_i E R_i c_i \times 10^{-6} \dots\dots\dots \text{(式 6-6)}$$

式中： w 为流域 / 区域随泥沙运移输出的污染负荷，t； w_i 为某一种侵蚀强度类型单位面积泥沙流失量，t/km²； A_i 为某一种土壤侵蚀强度面积，km²； ER_i 为污染物富集系数； c_i 为土壤中总氮、总磷平均含量，mg/kg；；总磷富集比约2.0，总氮富集比约2.0~4.0。氨氮流失量按总氮流失量10%进行估算。全国各地区土壤中总氮和总磷的平均含量可参考附表B-11和附表B-12所示。

6.2.6 面源污染物入河量估算

面源污染物入河量指由面污染源进入河（湖库）的污染物总量。面源污染物入河量估算可根据调查流域的特点及资料状况，选用合适的方法进行。

资料丰富的流域，可采用相对成熟的流域面源数学模型进行估算。模型参数可通过面源径流小区实验数据及流域把口站水文及水质监测数据进行率定验证。

资料不足的流域，可采用基于源强、流失量和入河量关系的经验公式进行估算。根据评价流域的地形地貌、土壤类型、植被类型、耕作管理制度、水文水资源、水系特征等，采用典型监测调查与类比分析相结合的方法，确定面源的产污系数和入河系数。根据产污系数和源强估算流失量，根据入河系数与流失量估算入河量。

全国水资源综合规划按照水资源三级区套地市对全国面源排放量（流失量）及入河量进行系统估算，基于水资源综合规划成果计算的水资源一级区及水资源三级区面源入河系数附表B-13和附表B-14，并且根据三级区的地形地貌、降雨等主要影响因素进行必要的修正。

有水质水量同步监测资料，且每月同步监测次数不少于1次的流域，宜通过流域把口水文断面的基流分割法估算污染物通量。也可根据国家有关水文分析的规定进行基流分割，再根据水质水量同步监测数据进行计算分析。用全年污染物通量扣除基流污染物通量估算流域面源入河量。

6.2.7 面源污染物贡献率

污染物入河总量是指点源污染物入河量和面源污染物入河量的总和，并按照公式(式6-3)计算面源污染物贡献率。

$$\text{面源污染物贡献率}(\%) = \frac{\text{面源污染物入河量}}{\text{点源污染物入河量} + \text{面源污染物入河量}} \times 100\% \quad \text{..... (式 6- 7)}$$

7 纳污能力核算和限排总量控制方案

7.1 纳污能力核算

7.1.1 计算原则

(1) 保护区和保留区纳污能力

保护区和保留区的水质目标原则上是维持现状水质，其纳污能力则采用其现状污染物入河量。对于需要改善水质的保护区，则进行纳污能力计算，计算方法同开发利用区纳污能力计算。

(2) 缓冲区纳污能力

缓冲区纳污能力分两种情况处理：水质较好，用水矛盾不突出的缓冲区，采用其现状污染物入河量为纳污能力。水质较差或存在用水水质矛盾的缓冲区，按开发利用区纳污能力计算方法进行纳污能力计算。

(3) 开发利用区纳污能力

开发利用区纳污能力是根据各二级水功能区的设计条件和水质目标，选择适当的水量水质模型进行计算得到。

7.1.2 计算条件

(1) 设计流量的计算

水功能区纳污能力计算的设计条件，以计算断面的设计流量（水量）表示。根据《水域纳污能力计算规程》，现状条件下，一般采用最近10年最枯月平均流量（水量）或90%保证率最枯月平均流量（水量）作为设计流量（水量）。集中式饮用水水源地，采用95%保证率最枯月平均流量（水量）作为其设计流量（水量）；对于北方地区部分河流，可根据实际情况适当调整设计保证率（如采用75%保证率），也可选取平偏枯典型年的枯水期流量作为设计流量；季节性河流、冰封河流，宜选取不为零的最小月平均流量作为样本；流向不定的水网地区和潮汐河段，宜采用90%保证率流速为零时的低水位相应水量作为设计水量；有水利工程控制的河段，可采用最小下泄流量或河道内生态基流作为设计流量；以岸边划分水功能区的河段，计算纳污能力时，应计算岸边水域的设计流量。

无水文资料时，可采用内插法、水量平衡法、类比法等方法推求设计流量。由于设计流量（水量）受江河水文情势和水资源配置的影响，对水量条件变化的水功能区，设计流量（水量）应根据水资源配置推荐方案的成果确定。

(2) 断面设计流速确定

有资料时，可按下式计算：

$$V=Q/A \quad \text{..... (式 7- 1)}$$

式中， V 为设计流速； Q 为设计流量； A 为过水断面面积。

无资料时，可采用经验公式计算断面流速，也可通过实测确定。对实测流速要注意转换为设计条件下的流速。

（3）岸边设计流量及流速

宽深比较大的江河，污染物从岸边排放后不可能达到全断面混合，如果以全断面流量计算河段纳污能力，则与实际情况不符。此时纳污能力计算需采用按岸边污染区域（带）计算的岸边设计流量及岸边平均流速。计算时，要根据河段实际情况和岸边污染带宽度，确定岸边水面宽度，并推求岸边设计流量及其流速。

（4）湖（库）的设计水量

湖（库）的设计水量一般采用近 10 年最低月平均水位或 90% 保证率最枯月平均水位相应的蓄水量。根据湖（库）水位资料，求出设计枯水位，其所对应的湖泊（水库）蓄水量即为湖（库）设计水量。

7.1.3 计算方法

纳污能力计算应根据需要和可能选择合适的数学模型，确定模型的参数，包括扩散系数、综合衰减系数等，并对计算成果进行合理性检验。

（1）模型的选择

小型湖泊和水库可视为功能区内污染物均匀混合，可采用零维水质模型计算纳污能力。

宽深比不大的中小河流，污染物质在较短的河段内，基本能在断面内均匀混合，断面污染物浓度横向变化不大，可采用一维水质模型计算纳污能力。

对于大型宽阔水域及大型湖泊、水库，宜采用二维水质模型或污染带模型计算纳污能力。

不论采用哪种水质模型，对所采用的模型都要进行检验，模型参数可采用经验法和实验法确定，计算成果需进行合理性分析。

（2）初始浓度值 C_0 的确定

根据上一个水功能区的水质目标值来确定 C_0 ，即上一个水功能区的水质目标值就是下一个功能区的初始浓度值 C_0 。

（3）水质目标 C_s 值的确定

水质目标 C_s 值为本功能区的水质目标值。

（4）综合衰减系数的确定

为简化计算，在水质模型中，将污染物在水环境中的物理降解、化学降解和生物降解概化为综合衰减系数，所确定的污染物综合衰减系数应进行检验。

水功能区纳污能力计算方法具体可参考《水域纳污能力计算规程》（GB/T25173-2010）和《全国水资源综合规划地表水资源保护补充技术细则》。

7.2 限排总量控制方案

水功能区限排总量控制，应在核定水域纳污容量的基础上，结合“全国水资源综合规划”和各流域综合规划修编成果、区域经济技术水平、河流水资源配置等因素，严格控制入河排污总量，综合确定重要江河湖泊水功能区分阶段限排总量方案。针对现状水质达标和不达标两种情况，水功能区限排总量确定方法有所不同。

7.2.1 水质达标的情况

现状水质达标的水功能区，污染物入河量小于纳污能力，一般是经济欠发达、水资源丰沛、现状水质良好的地区，可采用纳污能力或者小于纳污能力的入河量作为现阶段限排总量。

对于大江大河干流的保护区、省界缓冲区、饮用水源区及其他重要水功能区，现状年达

到水质目标要求，以核定的纳污能力作为现阶段限排总量。

7.2.2 水质不达标的情况

现状水质不达标但入河污染物削减任务较轻的水功能区，如入河削减量在一定程度以下即可达到水功能区水质目标要求的，规划水平年优先要求其水质达标，即采用核定的纳污能力作为现状水平年限排总量。

对于由于上游污染导致本功能区现状水质不能达标的，或污染源难以控制，其污染物削减可达性较差的水功能区，其水平年仍不能达标，也应根据本功能区纳污能力确定现阶段限排总量进行污染控制。

现状水质不达标且入河污染物削减任务较重的水功能区，综合考虑水功能区现状水质、现状污染物入河量、污染物削减程度、社会经济发展水平，污染治理程度及其下游水功能区的敏感性等因素，按照从严控制、未来有所改善的要求，确定水功能区现阶段限排总量。可以考虑以下几种控制方案：

1) 根据水功能区污染的严重程度状况，考虑社会经济发展水平、污染治理水平及其可达性，按照一定的入河量削减百分比提出阶段污染物限排控制量。

2) 考虑地区水资源条件、水功能区现状水质、现状污染物入河排放量以及污染治理水平等因素，采取 75%、50%或者其他放宽的保证率设计条件计算的纳污能力作为阶段污染物限排控制量。

3) 按不同时段（汛期、非汛期或者丰、平、枯水期）分期计算水功能区纳污能力，并以此确定合理的分期污染物限排控制量，在实施中根据水量情况，对水平年按汛期、非汛期（或丰、平、枯水期）时间段及全年的污染物入河量进行动态控制。

限排总量方案的制定亦可参考《全国水资源综合规划地表水资源保护规划技术细则》。各流域和省（自治区、直辖市）可根据实际情况选取相应的技术方法。

8 安全余量的计算

在水功能区限排总量控制方案的基础上，分析入河污染负荷与受纳水体水质之间的不确定关系，以水功能区水质达标为核心目标，提出影响水质达标的风险因素；来水条件不均匀性、点源污染物排放动态变化以及面源污染贡献率较大三种情况下，污染物限排总量控制中安全余量确定的原则与方法。

8.1 确定原则

水功能区限制排污总量中安全余量的确定原则是围绕水质达标率的核心目标，结合水功能区的分布情况、来水条件不均匀性、入河污染负荷的动态变化、面源污染物占入河污染物总量的比例，综合确定不同阶段限制排污总量中的安全余量方案，主要遵循以下原则：

8.1.1 可持续发展原则

既要根据水功能区的功能定位、水质达标率以及节能减排的总体要求，考虑区域水资源自然属性及其开发利用情况，核定水功能区的纳污能力和限制排污总量；分析污染负荷与受纳水体水质之间的不确定关系，在此基础上确定不同计算条件下安全余量，降低水功能区水质不达标的风险，为制定入河污染物限排总量方案提供依据。

8.1.2 经济性原则

对现状已达标的水功能区需维持现状水质不退化，对现阶段水质考核有限排总量控制的水功能区，在制定限排总量方案时需要考虑安全余量；而对现状水质较差、污染物入河量较大的水功能，为促进水质逐步达标而分阶段提出限制排污总量，现阶段暂时不考虑安全余量。

安全余量充分利用水体对污染物的稀释自净能力，在保证水质目标达标的前提下，确定选取安全余量合理的计算比例，避免计算比例过大而加大污染治理成本，计算比例过小造成水质不达标的风险。

8.1.2 可行性原则

安全余量确定考虑社会经济的发展阶段和污染治理技术的现状，以确保限排总量方案可以得到实施，结合不同水平年水功能区达标目标要求，合理确定分阶段限制排污总量控制方案下的安全余量，同时与流域水资源综合规划、各流域综合规划修编、水功能区划等相关规划的衔接。

8.2 确定方法

8.2.1 来水条件不均匀性

年径流量时间序列的年际变幅大，变差系数 C_v 值大，枯水年份出现枯水流量的可能性大。在污染物排污条件不变时，这种径流条件不利于污染物的稀释和降解，易造成水质浓度高和水质不达标的风险。

在不同典型年的来水条件，特别是枯水年全年偏枯，年内连续最枯 4 个月来水条件若低于 90% 保证率的来水条件，这时限排总量中就需要考虑一定的安全余量，以降低上游来水保证率不足的风险。不同径流来水条件下，安全余量的确定方法是可以预留一定比例的水环境容量作为安全余量，计算方法如下：

$$MOS_1 = W \times r_{\text{设}} \dots\dots\dots \text{（式 8-1）}$$

式中： MOS_1 为考虑来水条件不均匀性条件下的安全余量，t/a； W 为水功能区纳污能力； $r_{\text{设}}$ 为安全余量计算系数，取值可参考表 9-1。

表 8-1 来水条件不均匀性条件下的安全余量计算系数

径流分布特征	径流 C_v 值	分水期			全年
		丰水期	平水期	枯水期	
较均匀	0.10-0.30	6%	5%	5%	5~6%
一般	0.30-0.50	7%	6%	6%	6~7%
不均匀	> 0.50	8%	7%	7%	7~8%

8.2.2 点源污染物排放动态变化

对于季节性行业（如旅游业）或者生产季节性产品的工业企业，入河污染负荷动态变化较为显著，通过考虑一定的安全余量减少污染负荷动态变化引起限排总量的不确定性。

根据点源污染物入河量动态变化程度，考虑点源污染物入河总量的一定比例（5~10%）作为安全余量，降低水质不达标的风险，制定较为合理的限排总量方案。安全余量的计算方法如下：

$$MOS_2 = P_{\text{点}} \times r_{\text{动}} \dots\dots\dots \text{（式 8-2）}$$

式中： MOS_2 为考虑点源污染物动态变化下的安全余量，t/a； $P_{\text{点}}$ 为点源污染物入河量； $r_{\text{动}}$ 为安全余量计算系数，取值可参考表 9-2。

表 8-1 来水条件不均匀性条件下的安全余量计算系数

排放动态变化	排污负荷 C_v 值	分水期			全年
		丰水期	平水期	枯水期	
强变动	>1.0	10%	10%	10%	10%

较强变动	0.8-1.0	9%	8%	7%	7~9%
中等变动	0.6-0.8	8%	7%	6%	6~8%
较弱变动	0.4-0.6	7%	6%	5%	5~7%
弱变动	0.1-0.4	5%	5%	5%	5%

8.2.3 面源污染物贡献率

随着对工业废水和城市生活污水等点源污染的有效控制，面源污染尤其是农业生产和生活引起的农业面源污染已成为水环境污染的重要来源。根据面源污染入河量调查和估算成果，分析面源污染入河量占总污染物入河量的比重及对水功能区水质的影响程度。限排总量方案制定时，除了协调确定点源污染物的限排总量方案，还应考虑面源污染的影响对总量控制的影响。

当面源污染贡献率较大时，需要降低面源污染对水功能区水质达标造成的风险，以一定比例系数的污染物入河总量作为安全余量，计算方法如下：

$$MOS_3 = P \times r_{\text{面}} \dots\dots\dots \text{（式 8-3）}$$

式中：MOS₃为当面源污染物贡献率较大的安全余量，t/a；P为污染物入河量；r_面为安全余量计算系数，取值如表 8-3 所示。

表 8-3 考虑面源污染贡献率下安全余量计算系数

设计条件		水功能区水质要求				
		I 类	II 类	III类	IV类	V 类
分水期	丰水期	10%	9%	8%	7%	6%
	平水期	9%	8%	7%	6%	5%
	偏枯水期	8%	7%	6%	5%	5%
	枯水期	7%	6%	5%	5%	5%
全年		7~10%	6~9%	5~8%	5~7%	5~6%

8.2.4 其它不确定因素

其它不确定因素是指环境条件的复杂性以及模型参数的安全性。

1) 环境条件的安全性

为充分考虑到未参与计算的污染源负荷以及其它区域的影响，可适当提高背景浓度的取值，从而减少背景浓度考虑不足带来的环境风险和安全性。

2) 模型参数的安全性

在进行限排总量控制中，较大的模型降解参数和扩散系统等计算参数，造成过度利用环境自净能力而对限排总量控制方案的影响。从偏安全的角度来考虑，减少较大的模型降解参数和扩散系统等参数取值，在某些情景下，可以将污染物的降解系数取为零，即不考虑污染物的自净作用，而只考虑水体的稀释作用，从总体上偏安全。

8.3 安全余量的计算

在综合考虑了来水条件不均匀性、点源污染物排放动态变化、面源污染物贡献率较大的情况下，以及环境条件的复杂性以及模型参数的安全性，安全余量的计算如下式：

$$MOS_{\text{总}} = M_1 + M_2 + M_3 \dots\dots\dots \text{（式 8-4）}$$

式中：MOS_总为总安全余量，t/a；MOS₁为考虑来水条件不均匀性条件下的安全余量；MOS₂为考

虑点源污染物动态变化下的安全余量； MOS_g 为当面源污染物贡献率较大条件下的安全余量。

8.3 考虑安全余量的限排总量控制方案

水功能限制排放总量计算公式如下：

$$\text{限排总量}_{MOS} = \text{限排总量} - MOS \dots\dots\dots \text{（式 8-5）}$$

式中， 限排总量_{MOS} 为考虑了安全余量后的限排总量； MOS 为水功能区安全余量；限排总量确定方案参见 7.2 节。

限制排污总量控制方案应围绕水功能区水质达标的这一核心目标，综合考虑影响水功能区水质不达标的风险因素，在确定的时间内，综合考虑水功能区水质状况和达标需求、当地技术经济条件和经济社会发展水平，在限制排污总量中预留一定的安全余量，降低水功能区水质不达标的风险。

结合《全国水资源综合规划》和各流域综合规划成果、区域经济技术水平、流域水资源配置等因素，根据《实行最严格水资源管理制度考核办法》确定的水功能区水质达标率目标，结合重要江河湖泊水功能区的分布情况、水体功能属性、现状达标程度、污染防治需求和实施可能性，既要根据水功能区达标率目标和节能减排的总体要求，严格控制入河湖排污总量；又要对经济社会发展有所前瞻和预见，综合协调确定预留安全余量，合理限制排污总量方案，同时与重点流域水污染防治规划和节能减排综合性工作方案相协调，与国家污染物总量减排的总体要求相符合。

附录 A 水功能区纳污能力参考计算方法 (规范性附录)

A.1 水功能区纳污能力计算方法

水功能区纳污能力是指满足水功能区水质目标要求的污染物最大允许负荷量。其参考计算方法主要有以下几种：

A.1.1 一般河流水功能区纳污能力计算的一维模型

在长度为 L 河段内选一微段，长为 dx ，坐标为 x ，则此微段污染物输运至 $x=L$ 处的剩余质量为：

$$dm = \frac{W}{L} \cdot \exp(-K \cdot \frac{L-x}{u}) dx \dots\dots\dots (\text{式 A-1})$$

单位时间内，经过 $x=L$ 所在断面的污染物总质量，应为上游 L 长河段内排放的各微段的质量降解至本断面剩余质量的迭加。

$$m = \int_0^L dm = W \frac{u}{KL} (1 - \exp(-K \frac{L}{u})) \dots\dots\dots (\text{式 A-2})$$

河段下断面污染物浓度为：

$$C_{x=L} = C_0 \exp(-K \frac{L}{u}) + W \frac{u}{QKL} (1 - \exp(-K \frac{L}{u})) \dots\dots\dots (\text{式 A-3})$$

当 $C_{x=L}=C_s$ 时，纳污能力的计算公式为：

$$\begin{aligned} W &= \frac{C_s - C_0 \exp(-K \cdot \frac{L}{u})}{1 - \exp(-K \frac{L}{u})} \cdot (QrKL/u) \quad (\text{g/s}) \\ &= 86.4 \times \frac{C_s - C_0 \exp(-K \cdot \frac{L}{u})}{1 - \exp(-K \frac{L}{u})} \cdot (QrKL/u) \quad (\text{kg/d}) \dots\dots\dots (\text{式 A-4}) \\ &= 0.365 \times 86.4 \times \frac{C_s - C_0 \exp(-K \cdot \frac{L}{u})}{1 - \exp(-K \frac{L}{u})} \cdot (QrKL/u) \quad (\text{t/a}) \end{aligned}$$

将计算河段内的多个排污口概化为一个集中的排污口，概化排污口位于河段中点处，相当于一个集中点源，该集中点源的实际自净长度为河段长的一半，设河段长度为 L，则污染物自净长度为 L/2。因此，若将排污口概化为在河段的中点排放，则河段下断面污染物浓度为：

$$C_{x=L} = C_0 \exp(-K \frac{L}{u}) + \frac{W}{Q} \cdot \exp(-K \frac{L}{2u}) \dots\dots\dots (\text{式 A-5})$$

当 $C_{x=L}=C_s$ 时，纳污能力的计算公式为：

$$\begin{aligned}
 W &= (C_s - C_0 \exp(-K \cdot \frac{L}{u})) \cdot \exp(\frac{KL}{2u}) \cdot Q_r \quad (\text{g/s}) \\
 &= 86.4 \times (C_s - C_0 \exp(-K \cdot \frac{L}{u})) \cdot \exp(\frac{KL}{2u}) \cdot Q_r \quad (\text{kg/d}) \quad \dots\dots\dots (\text{式 A-6}) \\
 &= 0.365 \times 86.4 \times (C_s - C_0 \exp(-K \cdot \frac{L}{u})) \cdot \exp(\frac{KL}{2u}) \cdot Q_r \quad (\text{t/a})
 \end{aligned}$$

式中, W 为纳污能力; $C(x)$ 为控制断面污染物浓度 (mg/L); C_0 为起始断面污染物浓度 (mg/L); C_s 为水质目标浓度 (mg/L); k 为污染物综合自净系数 (1/s), k 值一般以 1/d 表示, 计算时应换算成 1/s; x 为排污口下游断面距控制断面纵向距离 (m); u 为设计流量下岸边污染带的平均流速 (m/s); Q_r 为设计流量; L 为河段或功能区长度。

A.1.2 感潮河段纳污能力计算的一维迁移方程

基本方程为

$$\frac{\partial C}{\partial t} + u_x \frac{\partial C}{\partial X} = \frac{\partial}{\partial X} \left(E_x \frac{\partial C}{\partial X} \right) - K_p \bullet C \quad \dots\dots\dots (\text{式 A-7})$$

将水力参数取潮汐半周期的平均值, 变为稳定情况来求解, 即认为排污口是定常量排放, 且 $\frac{\partial C}{\partial t} = 0$, 方程的解为:

涨潮时:

$$C(x) = \frac{C'_0}{M} \exp\left(\frac{u}{2E_x}(1+M)x\right) \quad \dots\dots\dots (\text{式 A-8})$$

落潮时:

$$C(x) = \frac{C'_0}{M} \exp\left(\frac{u}{2E_x}(1-M)x\right) \quad \dots\dots\dots (\text{式 A-9})$$

其中, $C'_0 = \frac{[m]}{Q_h + Q_r}$, 当 $Q_h \leq Q_r$ 时, $C'_0 = \frac{[m]}{Q_r}$

$$M = \sqrt{1 + 4K_p E_x / u^2} \quad \dots\dots\dots (\text{式 A-10})$$

式中, E_x 为纵向离散系数, m^2/s 。

此外, 各地也可根据当地河流特性和污染特征, 选用其他符合当地实际的水质数学模型。

A.1.3 均匀混合的湖(库)纳污能力计算的均匀混合模型

$$C(t) = \frac{m + m_0}{K_h V} + (C_0 - \frac{m + m_0}{K_h V}) \exp(-K_h t) \quad \dots\dots\dots (\text{式 A-11})$$

$$K_h = \frac{Q}{V} + K \quad \dots\dots\dots (\text{式 A-12})$$

平衡时:

$$C(t) = \frac{m + m_0}{K_h V} \quad \dots\dots\dots (\text{式 A-13})$$

式中, $C(t)$ 为计算时段污染物浓度 (mg/L); m 为污染物入湖(库)速率 (g/s); $m_0 = C_0 Q$,

为污染物湖（库）现有污染物排放速率（g/s）； K_h 为中间变量（1/s）； V 为湖（库）容积（ m^3 ）； Q 为入湖（库）流量（ m^3/s ）； K 为污染物综合衰减系数（1/s）； C_0 为湖（库）现状浓度； t 为计算时段（s）。

A.1.4 非均匀混合湖（库）纳污能力计算的非均匀混合模型

$$\begin{aligned} C_r &= C_0 + C_p \exp\left(-\frac{K_p \Phi H r^2}{2Q_p}\right) \\ &= C_0 + \frac{m}{Q_p} \exp\left(-\frac{K_p \Phi H r^2}{2Q_p}\right) \end{aligned} \quad \text{.....(式 A-14)}$$

式中， C_r 为距排污口 r 处污染物浓度（mg/L）； C_p 为污染物排放浓度（mg/L）； Q_p 为污水排放流量（ m^3/s ）； Φ 为扩散角，由排放口附近地形决定。排污口在开阔的岸边垂直排放时， $\Phi=\pi$ ；排污口在湖（库）中排放时， $\Phi=2\pi$ ； H 为扩散区湖（库）平均水深（m）； r 为距排污口距离（m）。

A.1.5 具有富营养化趋势的湖（库）纳污能力计算模型

可采用狄龙模型：

$$R_p = 1 - \frac{\sum q_a [P]_a}{\sum q_i [P]_i} \quad \text{.....(式 A-15)}$$

式中， $[P]$ 为湖（库）中氮、磷的平均浓度（mg/ m^3 ）； I_p 为年入湖（库）的氮、磷量（mg/a）； L_p 为年入湖（库）的氮、磷单位面积负荷（mg/ $m^2 \cdot a$ ）； V 为湖（库）容积（ m^3 ）； h 为平均水深（m）； $r = Q/V$ （1/a）； Q 为湖（库）年出流量（ m^3/a ）； R_p 为氮、磷在湖（库）中的滞留系数； q_a 和 q_i 分别为年出流和入流的流量（ m^3/a ）； $[P]_a$ 和 $[P]_i$ 分别为年出流和入流的氮、磷平均浓度（mg/ m^3 ）。

湖（库）中氮、磷最大允许负荷量：

$$[m] = L_s \bullet A \quad \text{.....(式 A-16)}$$

$$L_s = \frac{[P]_s h Q}{(1 - R_p) v} \quad \text{.....(式 A-17)}$$

式中， $[m]$ 为氮、磷最大允许负荷量（mg/a）； L_s 为单位湖（库）水面积，氮、磷最大允许负荷量（mg/ $m^2 a$ ）； A 为湖（库）水面积（ m^2 ）； $[P]_s$ 为湖（库）中磷（氮）的年平均控制浓度（mg/ m^3 ）。

有富营养化趋势湖（库）的计算，也可根据情况选择其他适用的数学模型。

A.1.6 宽阔水域纳污能力计算的二维水质模型

对于宽阔水域的江河湖库，污染物自岸边排入水体后，需要很长距离才能在断面上充分

混合，浓度在排放口附近断面沿横向变化很大，若用一维方法来求解纳污能力，使得计算出的纳污能力大大的超过实际纳污能力。因此需采用二维水质模型来计算纳污能力。

二维水质模型：

$$\frac{\partial C}{\partial t} + u \frac{\partial C}{\partial x} = E_x \frac{\partial^2 C}{\partial x^2} + E_y \frac{\partial^2 C}{\partial y^2} - kC \dots\dots\dots (\text{式 A-18})$$

式中，C 为污染物浓度； E_x 、 E_y 分别为污染物沿 x、y 方向的分散系数，k 为污染物综合自净系数。

上述二维基本方程可简化，用解析解求解；也可用数值解求解。

A.2 水功能区纳污能力主要计算参数

A.2.1 综合衰减系数

(1) 分析借用

对于以前在环评、环保规划、环保科研等工作中可供利用的有关资料经过分析检验后采用。

无资料时，可借用水力特性、污染状况、及地理、气象条件相似的邻近河流的资料。

(2) 实测法

选取一个河道顺直、水流稳定、中间无支流汇入、无排污口的河段，分别在河段上游（A 点）和下游（B 点）布设采样点，监测污染物浓度值，并同时测验水文参数以确定断面平均流速。综合衰减系数（K）按下式计算：

$$K = \frac{V}{X} \ln \frac{C_A}{C_B} \dots\dots\dots (\text{式 A-19})$$

式中，V 为断面平均流速；X 为上下断面之间距离； C_A 为上断面污染物浓度； C_B 为下断面污染物浓度。

对于湖库：选取一个排污口，在距排污口一定距离处分别布设 2 个采样点（近距离处：A 点，远距离处：B 点），监测污染物浓度值，并同时监测污水排放流量。布设采样点时应注意：采样点附近只能有一个排污口，且附近无河流汇入，近距离采样点不宜离排污口过近以免所采水样不具备代表性；远距离采样点也不宜离排污口过远，以免超出排污口影响区。

综合衰减系数（K）用实测数据进行估值：

$$K = \frac{2Q_p}{\Phi H(r_B^2 - r_A^2)} \ln \frac{C_A}{C_B} \dots\dots\dots (\text{式 A-20})$$

式中， r_A 、 r_B 分别为远近两测点距排放点的距离（m）。

用实测法测定综合衰减系数简单易行，但误差较大，建议监测多组数据取其平均值。

(3) 经验公式法

可以根据各种经验公式推求综合衰减系数。如：

怀特根据美国 23 个河系，36 个河段资料进行多元回归分析，得到：

$$K_1 = 10.3Q^{-0.49} \dots\dots\dots (\text{式 A-21})$$

$$K_1 = 39.6P - 0.34 \dots\dots\dots (\text{式 A-22})$$

式中，Q 为河流流量， m^3/s ；P 为河床湿周，m。

此外，各地还可根据本地实际情况采用其他方法拟定综合衰减系数。

A. 2. 2 分散系数

河流分散系数建议使用以下经验值：

纵向离散系数：

$E_x=5.93hu^*$ (式 A- 23)

横向扩散系数：

$E_y=0.15hu^*$ (式 A- 24)

其中 u^* 为摩阻流速， $u^* = \sqrt{ghI}$ ；h 为水深；I 为水面比降。

附录 B 面源污染源计算系数 (资料性附录)

借鉴全国水资源综合规划、全国污染普查、重点流域(区域)水污染防治规划、重点区域水资源配置规划等全国性的面源污染调查技术体系,将面源污染负荷分为 5 类:农村生活污染源、化肥流失、分散式畜禽养殖、水土流失和城镇地表径流。

B.1 面源污染物产生系数和排放系数

B.1.1 农村生活污染源

附录 B-1 全国农村生活污水排放分区

区域	类别	包括省份、城市
一区: 黑龙江 吉林 辽宁 内蒙古 山西 山东 河北 北京 天津	一类	北京:北京市区 天津:天津市区 辽宁:沈阳市、大连市 山西:太原市 山东:济南市、青岛市
	二类	黑龙江:哈尔滨市、大庆市 吉林:长春市 辽宁:鞍山市、盘锦市、本溪市 内蒙古:呼和浩特市 河北:石家庄市、唐山市 山西:阳泉市、晋城市、朔州市 山东:淄博市、东营市、烟台市、威海市 北京、天津:市辖区
	三类	黑龙江:双鸭山市、七台河市、牡丹江市 吉林:吉林市、辽源市、松原市、白山市、四平市 辽宁:抚顺市、辽阳市、营口市 内蒙古:包头市、乌海市、鄂尔多斯市、阿拉善盟 河北:秦皇岛市、邯郸市、廊坊市、沧州市 山西:大同市、晋中市、吕梁市、长治市、临汾市 山东:潍坊市、济宁市、泰安市、德州市、日照市、莱芜市、滨州市、枣庄市
	四类	黑龙江:齐齐哈尔市、鸡西市、鹤岗市、伊春市、佳木斯市、大兴安岭地区 吉林:通化市、白城市、延边自治州 辽宁:锦州市、丹东市、阜新市、铁岭市、朝阳市、葫芦岛市 内蒙古:呼伦贝尔市、赤峰市、通辽市、乌兰察布市、巴彦淖尔市、锡林郭勒盟 河北:邢台市、保定市、张家口市、承德市、衡水市 山西:运城市、忻州市 山东:聊城市、菏泽市、临沂市
	五类	黑龙江:黑河市、绥化市 内蒙古:兴安盟 其他省或地区直辖县级市
二区: 江苏 上海 浙江 福建 广东 广西 海南	一类	江苏:南京市、无锡市、常州市、苏州市 上海:上海市 浙江:杭州市、宁波市 福建:厦门市 广东:广州市、深圳市、珠海市、东莞市、中山市
	二类	江苏:南通市、镇江市、扬州市 浙江:嘉兴市、湖州市、绍兴市、金华市、舟山市、温州市、台州市 福建:福州市、泉州市 广东:佛山市、惠州市、江门市、汕头市

区域	类别	包括省份、城市
		广西：南宁市、柳州市
	三类	江苏：徐州市、盐城市、泰州市 浙江：衢州市 福建：莆田市、三明市、漳州市、龙岩市 广东：肇庆市、清远市、韶关市、潮州市、揭阳市、茂名市、阳江市、湛江市 广西：桂林市、北海市、防城港市 海南：海口市、三亚市
	四类	江苏：连云港市、淮安市、宿迁市 浙江：丽水市 福建：南平市、宁德市 广东：汕尾市、河源市、梅州市、云浮市 广西：梧州市、钦州市、来宾市、玉林市、百色市、贺州市、崇左市
	五类	广西：贵港市、河池市 其他省或地区直辖县级市
三区： 河南 湖北 湖南 江西 安徽	一类	湖南：长沙市 湖北：武汉市 江西：南昌市 安徽：合肥市 河南：郑州市
	二类	湖南：株洲市、湘潭市 湖北：宜昌市、黄石市、鄂州市 江西：新余市、鹰潭市 安徽：芜湖市、马鞍山市、铜陵市 河南：洛阳市、焦作市、三门峡市
	三类	湖南：岳阳市、郴州市、常德市 湖北：襄樊市、荆门市 江西：景德镇市、萍乡市、九江市 安徽：蚌埠市、淮南市、淮北市、黄山市、宣城市 河南：平顶山市、新乡市、安阳市、濮阳市、许昌市、鹤壁市、南阳市、漯河市
	四类	湖南：衡阳市、张家界市、永州市、益阳市、怀化市、娄底市 湖北：孝感市、荆州市、随州市、十堰市、咸宁市 江西：赣州市、吉安市、上饶市、宜春市 安徽：滁州市、宿州市、六安市、池州市、安庆市、巢湖市 河南：开封市、商丘市、信阳市
	五类	湖南：邵阳市、湘西州 湖北：黄冈市、恩施州 江西：抚州市 安徽：阜阳市、亳州市 河南：周口市、驻马店市 其他省或地区直辖县级市
四区： 重庆 四川 贵州 云南	一类	重庆：重庆市 四川：成都市
	二类	四川：攀枝花市 贵州：贵阳市 云南：昆明市、玉溪市
	三类	四川：自贡市、德阳市、绵阳市、乐山市 云南：曲靖市
	四类	四川：泸州市、宜宾市、资阳市、遂宁市、南充市、眉山市、达州市、雅安市、内江市、广安市、凉山州、甘孜州、阿坝州 贵州：六盘水市、遵义市、安顺市 云南：保山市、楚雄州、大理市、西双版纳州、怒江州、红河州、迪庆州

区域	类别	包括省份、城市
	五类	四川：巴中市、广元市 贵州：黔东南州、铜仁地区、毕节地区、黔西南州、黔南州 云南：普洱市、昭通市、丽江市、临沧市、德宏州、文山州 其他省或地区直辖县级市
五区： 陕西 宁夏 甘肃 青海 新疆 西藏	一类	陕西：西安市
	二类	陕西：延安市、榆林市 宁夏：银川市 甘肃：兰州市、嘉峪关市、金昌市 青海：西宁市 新疆：乌鲁木齐市、克拉玛依市 西藏：拉萨市
	三类	陕西：铜川市、咸阳市、宝鸡市 甘肃：酒泉市 新疆：吐鲁番地区、昌吉州、巴音郭楞蒙古自治州 西藏：阿里地区、林芝地区
	四类	陕西：渭南市、汉中市、安康市 宁夏：石嘴山市、吴忠市、中卫市 甘肃：白银市、张掖市、武威市、庆阳市 青海：海北州、海西州 新疆：哈密地区、博尔塔拉蒙古自治州、阿克苏地区、伊犁州、塔城地区、阿勒泰地区 西藏：山南地区
	五类	陕西：商洛市 宁夏：固原市 甘肃：天水市、平凉市、定西市、陇南市、临夏州、甘南市 青海：海东地区、黄南州、海南州、果洛州、玉树州 新疆：和田地区、克孜州、喀什地区 西藏：昌都地区、日喀则地区、那曲地区

附录 B-2 全国农村生活污水的产生系数和排放系数（单位：g/D）

类别	污 染 物	一区		二区		三区		四区		五区	
		产生系数	排放系数	产生系数	排放系数	产生系数	排放系数	产生系数	排放系数	产生系数	排放系数
一类	COD	61.60	48.80	63.2	50.4	64.80	52.00	65.60	52.80	62.40	49.60
	氨氮	7.60	7.36	7.76	7.52	7.04	6.88	7.68	7.44	6.64	6.40
	总氮	10.88	9.20	11.12	9.44	10.08	8.56	10.96	9.28	9.44	8.00
	总磷	0.76	0.65	0.928	0.784	0.73	0.62	1.04	0.86	0.84	0.71
二类	COD	55.20	44.80	58.4	46.4	59.20	47.20	57.60	45.60	55.20	44.80
	氨氮	7.04	6.80	7.28	7.04	6.64	6.40	7.20	6.69.6	6.40	6.16
	总氮	10.00	8.48	10.32	8.8	9.44	8.00	10.24	8.72	9.12	7.76
	总磷	0.74	0.62	0.84	0.712	0.67	0.58	0.91	0.78	0.76	0.65
三类	COD	52.80	42.40	55.2	44.8	53.60	43.20	52.00	41.60	51.20	40.80
	氨氮	6.48	6.32	6.48	6.32	6.08	5.92	6.64	6.48	6.16	6.00
	总氮	9.28	7.92	9.28	7.84	8.72	7.44	9.52	8.08	8.88	7.52
	总磷	0.67	0.58	0.76	0.648	0.62	0.53	0.82	0.70	0.67	0.58
四类	COD	50.40	43.20	51.2	44	51.20	44.00	47.20	40.00	46.40	39.20
	氨氮	6.16	6.00	6.32	6.16	5.92	5.84	6.40	6.24	6.08	5.84
	总氮	8.48	7.52	8.8	7.76	8.24	7.28	8.88	7.76	8.48	7.52
	总磷	0.59	0.52	0.672	0.592	0.58	0.50	0.73	0.64	0.59	0.52
五	COD	48.00	40.80	46.4	39.2	47.20	40.00	42.40	36.00	42.40	36.00
	氨氮	5.76	5.60	5.92	5.84	5.76	5.60	6.00	5.84	5.84	5.68

类别	污 染 物	一区		二区		三区		四区		五区	
		产生系数	排放系数	产生系数	排放系数	产生系数	排放系数	产生系数	排放系数	产生系数	排放系数
类	总氮	8.00	7.04	8.24	7.28	8.00	7.04	8.32	7.36	8.08	7.12
	总磷	0.50	0.45	0.592	0.52	0.50	0.45	0.65	0.57	0.59	0.52

B. 1. 2 农田径流污染源

附录 B- 3 全国农田分区及种植模式

分区	范围	序号	模式名称
北方高原山地区	主要包括青海中北部、内蒙古高原、黄土高原、东北和华北山地，共 252 个县	1	北方高原山地区-缓坡地-非梯田-大田作物
		2	北方高原山地区-缓坡地-非梯田-园地
		3	北方高原山地区-缓坡地-梯田-大田作物
		4	北方高原山地区-缓坡地-梯田-园地
		5	北方高原山地区-陡坡地-非梯田-大田作物
		6	北方高原山地区-陡坡地-非梯田-园地
		7	北方高原山地区-陡坡地-梯田-大田作物
		8	北方高原山地区-陡坡地-梯田-园地
南方山地丘陵区	包括西南、江南和华南山地的秦巴山地、川鄂湘黔丘陵山地、云贵高原、川西高原、浙闽丘陵山地、闽南与南岭山地以南至沿海的粤桂大部、海南岛及云南西双版纳，共计 857 个县	9	南方山地丘陵区-缓坡地-非梯田-大田作物
		10	南方山地丘陵区-缓坡地-梯田-大田作物
		11	南方山地丘陵区-缓坡地-非梯田-露地蔬菜
		12	南方山地丘陵区-缓坡地-梯田-露地蔬菜
		13	南方山地丘陵区-缓坡地-非梯田-园地
		14	南方山地丘陵区-缓坡地-梯田-园地
		15	南方山地丘陵区-缓坡地-梯田-水旱轮作
		16	南方山地丘陵区-缓坡地-梯田-其它水田
		17	南方山地丘陵区-陡坡地-非梯田-大田作物
		18	南方山地丘陵区-陡坡地-梯田-大田作物
		19	南方山地丘陵区-陡坡地-非梯田-露地蔬菜
		20	南方山地丘陵区-陡坡地-梯田-露地蔬菜
		21	南方山地丘陵区-陡坡地-非梯田-园地
		22	南方山地丘陵区-陡坡地-梯田-园地
		23	南方山地丘陵区-陡坡地-梯田-水旱轮作
		24	南方山地丘陵区-陡坡地-梯田-其它水田
东北半湿润平原区	包括内蒙古东北部、黑龙江、吉林、辽宁大部，共 304 个县	25	东北半湿润平原区-旱地-露地蔬菜
		26	东北半湿润平原区-旱地-保护地
		27	东北半湿润平原区-旱地-春玉米
		28	东北半湿润平原区-旱地-大豆
		29	东北半湿润平原区-旱地-其它大田作物
		30	东北半湿润平原区-旱地-园地
		31	东北半湿润平原区-水田-单季稻
黄淮海半湿润平原区	包括黄河、淮河、海河流域中下游的北京、天津、河北、山东、河南大部分区域以及苏北、皖北、黄河支流的汾渭盆	32	黄淮海半湿润平原区-旱地-露地蔬菜
		33	黄淮海半湿润平原区-旱地-保护地
		34	黄淮海半湿润平原区-旱地-大田作物一熟
		35	黄淮海半湿润平原区-旱地-大田作物两熟及以上

	地和长江流域的南阳盆地, 共计 636 个县	36	黄淮海半湿润平原区-水田-单季稻
		37	黄淮海半湿润平原区-旱地-园地
南方湿润平原区	包括成都平原、江汉平原、洞庭湖平原、鄱阳湖平原、皖中平原、太湖平原、长江三角洲、杭嘉湖平原以及东南沿海平原, 共 611 个县	38	南方湿润平原区-旱地-露地蔬菜
		39	南方湿润平原区-旱地-保护地
		40	南方湿润平原区-旱地-大田一熟
		41	南方湿润平原区-旱地-大田两熟及以上
		42	南方湿润平原区-水田-单季稻
		43	南方湿润平原区-水田-双季稻
		44	南方湿润平原区-水田-稻麦轮作
		45	南方湿润平原区-水田-稻油轮作
		46	南方湿润平原区-水田-其它水田作物
		47	南方湿润平原区-旱地-园地
西北干旱半干旱平原区	包括内蒙古河套灌区、宁夏引黄灌区、甘肃河西走廊灌区和新疆内陆灌区等四大灌区, 共 152 个县	48	西北干旱半干旱平原区-旱地-露地蔬菜
		49	西北干旱半干旱平原区-旱地-保护地
		50	西北干旱半干旱平原区-旱地-棉花
		51	西北干旱半干旱平原区-旱地-大田作物一熟
		52	西北干旱半干旱平原区-旱地-大田作物两熟及以上
		53	西北干旱半干旱平原区-水田-单季稻
		54	西北干旱半干旱平原区-旱地-园地

备注:

1. 鉴于地域广阔, 地形复杂, 相当一部分县(区、市、旗)既有山地, 又有平原, 以山地、平原占国土面积比例来确定所属分区。以山地、丘陵地形为主的县, 按该县所处地理位置划归至北方高原山地区或南方高原山地区; 对于以平原为主的县, 按该县所处地理位置划归至西北干旱半干旱平原区、东北半湿润平原、黄淮海半湿润平原区或南方湿润平原区。

2. 大田作物: 指粮、棉、油、糖、药材等大范围、大面积种植的作物。

3. 园地: 是指种植以采集果、叶、根、茎、汁为主的多年生木本或草本作物, 覆盖率大于 50%, 或每亩株数达到合理株数的 70% 的土地。包括果园、茶园、桑园以及橡胶园等。果园面积: 指种植果树的园地面积; 茶园面积: 指种植茶树的园地面积; 桑园面积: 指种植桑树的园地面积; 其他园地面积: 指除上述茶、果、桑园以外的园地面积。

4. 保护地: 指在露地不适宜农作物生长的季节, 采用保护设备创造适宜的环境条件栽培农作物的面积。例如在寒冷气候条件下通过采用温室、温床、冷床、塑料棚等设备, 创造光照、温度、水分、通风等适宜的小气候环境, 种植蔬菜、果类等高产高值作物的种植面积。

5. 露地蔬菜: 指露天种植蔬菜的方式, 只要在一年中该地块种植一季蔬菜作物, 即认为该地块是露地蔬菜种植模式。

6. 梯田面积+非梯田面积=陡坡地面积+缓坡地面积

7. 大田作物一熟: 一年之中, 某一地块只种植、收获一季大田作物。

8. 大田作物两熟: 一年之中, 某一地块大田作物种植、收获两次。

9. 水旱轮作: 一年之中, 某一地块种植、收获一季水生物作物(如水稻), 一季旱地作物。

10. 春玉米(大豆、棉花): 一年之中, 某一地块只种植、收获一季春玉米(大豆、棉花)。

11. 其它逻辑审核关系: 耕地面积=旱地面积+水田面积; 保护地面积≤旱地面积; 平地+缓坡地+陡坡地=耕地面积+园地面积

附录 B-4 全国农田单位面积化肥使用量（单位：kg/亩）

所属分区	土地利用	种植模式	总氮	总磷
北方高原山地区	旱地	大田一熟	6.9~14.530	5.73~5.95
		平均	10.740	6.045
		大田两熟及以上	15~3.5	3.89~4.58
		平均	21.167	4.350
		园地	12~26.50	5.5~10.76
		平均	14.990	6.652
东北半湿润平原区	水田	单季稻	11.45	4.35
	旱地	春玉米	13.07	5.88
		大田一熟	10	4.58
		园地	10	11.45
		露地蔬菜	12	6.87
黄淮海半湿润平原区	旱地	露地蔬菜	19	13.97
		大田一熟	20	11.91
		园地	25	18.32
		大田两熟及以上	28	22.9
	水田	单季稻	16.85	7.79
南方山地丘陵区	旱地	大田两熟及以上	6.9~30.95	0.54~17.34
		平均	21.491	9.851
		大田一熟	5.5~21.01	4.58~11.45
		平均	13.234	7.690
		露地蔬菜	30~37.83	18.32~21.86
		平均	34.638	20.437
		园地	11.85~40.8	9.77~34.35
		平均	24.680	16.521
	水田	单季稻	11.41~57.5	4.91~12.6
		平均	25.678	7.413
		稻麦轮作	20~25	6.35~13.74
		平均	21.973	9.925
		稻油轮作	20~27.38	8.29~13.74
		平均	23.690	11.015
		其他	24~25.74	10.67~11.45
		平均	24.913	11.190
		双季稻	18.74~24.06	6.78~9.16
		平均	21.933	7.740
南方湿润平原区	旱地	露地蔬菜	37.83	21.86
		双季稻	24.06	7.28
		大田一熟	21.01	6.99
		大田两熟及以上	22.22	7.91
		园地	27.89	12.89
	水田	其他	25.74	10.67
		稻麦轮作	21.11~21.78	6.35~10.45

所属分区	土地利用	种植模式	总氮	总磷
		平均	21.445	8.400
		单季稻	11.41	4.91
西北干旱半干旱区	旱地	大田一熟	5.5	4.58
	旱地	露地蔬菜	50	18.32
	旱地	园地	27	34.35
	水田	单季稻	12.8	12.6

附录 B-5 全国农田化肥流失系数（单位：%）

所属分区	土地利用	种植模式	总氮	氨态氮	总磷
北方高原山地区	旱地	大田一熟	0.055~0.566	0.004~0.440	0.001~0.208
		平均	0.260	0.230	0.045
		大田两熟及以上	0.220~0.679	0.326~0.564	0.081~0.088
		平均	0.220	0.443	0.081
		园地	0.044~0.326	0.003~0.352	0.001~0.031
		平均	0.201	0.099	0.013
东北半湿润平原区	水田	单季稻	0.397	0.100	0.098
	旱地	春玉米	0.198	0.075	0.092
		大田一熟	0.180	0.132	0.015
		园地	0.330	0.025	0.029
		露地蔬菜	0.596	0.340	0.035
黄淮海半湿润平原区	旱地	露地蔬菜	0.668	0.443	0.004
		大田一熟	0.563	0.350	0.020
		园地	0.598	0.360	0.052
		大田两熟及以上	0.950	0.375	0.123
	水田	单季稻	1.555	0.275	0.728
南方山地丘陵区	旱地	大田两熟及以上	0.257~1.241	0.188~0.548	0.026~0.217
		平均	0.758	0.331	0.070
		大田一熟	0.082~1.435	0.031~0.644	0.001~0.106
		平均	0.620	0.357	0.040
		露地蔬菜	0.596~1.789	0.34~1.02	0.035~0.165
		平均	1.415	0.811	0.097
		园地	0.174~0.855	0.072~0.514	0.004~0.125
		平均	0.458	0.232	0.043
	水田	单季稻	0.022~1.125	0.3~0.641	0.008~0.3
		平均	0.802	0.395	0.189
		稻麦轮作	0.519~1.123	0.28~0.671	0.082~0.19
		平均	0.774	0.434	0.128
		稻油轮作	0.519~0.577	0.604~0.671	0.024~0.03

所属分区	土地利用	种植模式	总氮	氨态氮	总磷
		平均	0.548	0.638	0.027
		其他	1.441	0.256~0.27	0.165~0.166
		平均	1.441	0.265	0.166
		双季稻	1.079~1.848	0.616~1.547	0.339~1.347
		平均	1.530	1.185	0.851
南方湿润平原区	旱地	露地蔬菜	1.464	0.873	0.165
		双季稻	1.079	0.616	0.339
		大田一熟	0.959	0.867	0.025
		大田两熟及以上	1.052	0.41	0.112
		园地	0.855	0.514	0.041
	水田	其他	1.441	0.256	0.165
		稻麦轮作	0.875~1.123	0.182~0.28	0.082~0.19
		平均	0.999	0.231	0.136
		单季稻	1.047	0.363	0.164
西北干旱半干旱原区	旱地	大田一熟	0.082	0.031	0.001
	旱地	露地蔬菜	0.596	0.34	0.035
	旱地	园地	0.342	0.206	0.03
	水田	单季稻	0.022	0	0.008

附录 B-6 全国农田单位面积化肥流失量（单位：kg/亩）

所属分区	土地利用	种植模式	总氮	氨态氮	总磷
北方高原山地区	旱地	大田一熟	0.012~0.308	0.001~0.085	0.001~0.041
		平均	0.089	0.040	0.010
		大田两熟及以上	0.211~0.283	0.114	0.012~0.05
		平均	0.256	0.114	0.027
		园地	0.005~0.124	0.007	0.001~0.005
		平均	0.062	0.007	0.002
东北半湿润平原区	水田	单季稻	0.257	0.116	0.012
	旱地	春玉米	0.188	—	0.006
		大田一熟	0.021	—	0.005
		园地	0.098	—	0.002
		露地蔬菜	0.488	—	0.024
黄淮海半湿润平原区	旱地	露地蔬菜	0.659	0.004	0.043
		大田一熟	0.221	0.037	0.041
		园地	0.392	—	0.075
		大田两熟及以上	0.421	—	0.069
	水田	单季稻	0.598	0.430	0.034
南方山地	旱地	大田两熟及以上	0.107~0.991	0.021~0.104	0.014~0.062

丘陵区		平均	0.441	0.058	0.027
		大田一熟	0.127~1.139	0.008~0.126	0.008~0.122
		平均	0.397	0.061	0.056
		露地蔬菜	1.45~1.6	~	0.09~0.108
		平均	1.500		0.095
		园地	0.311~0.704	0.017~0.113	0.005~0.117
		平均	0.444	0.048	0.050
	水田	单季稻	1.16~1.289	0.672	0.027~0.03
		平均	1.225	0.672	0.029
		稻麦轮作	1.046~1.162	0.028~0.031	1.046~1.162
		平均	1.104	~	0.030
		稻油轮作	1.046~1.162	0.028~0.031	1.046~1.162
		平均	1.104	0.069	0.030
		其他	0.888~1.3	~	0.034~0.074
		平均	1.094		0.054
		双季稻	1.064~1.182	0.386	0.06~0.067
		平均	1.123	0.386	0.064
南方湿润平原区	旱地	露地蔬菜	1.233	0.107	0.389
		双季稻	0.933	0.177	0.077
		大田一熟	0.951	0.092	0.063
		大田两熟及以上	0.668	0.068	0.037
		园地	1.331	0.079	0.107
	水田	其他	0.888	0.106	0.034
		稻麦轮作	1.106~1.301	0.08~0.114	0.024~0.055
		平均	1.204	0.097	0.040
		单季稻	0.789	0.141	0.034
西北干旱半干旱原区	旱地	大田一熟	0.008	~	0.002
	旱地	露地蔬菜	0.488	~	0.024
	旱地	园地	0.532	~	0.043
	水田	单季稻	0.003	0.001	0

B.1.3 畜禽养殖污染源

附录 B-7 分散式畜禽养殖污染物产生量（单位：g/头·d）

所属分区	动物	类型	化学需氧量	氨氮	总氮	总磷
东北区	猪	保育	167.76	3.57	26.03	3.05
		育肥	430.73	4.49	57.70	6.16
		妊娠	592.85	4.34	78.67	11.05
		平均	397.11	4.13	54.13	6.75
	奶牛	育成牛	3166.11	3.75	110.95	24.06
		产奶牛	6185.11	7.95	257.70	54.55
	肉牛		3086.39	7.76	150.81	17.06
	蛋鸡		21.69	1.50	1.12	0.23

	肉鸡		34.15	1.50	1.85	0.48
华东区	猪	保育	164.89	2.15	11.35	1.44
		育肥	337.90	4.76	25.40	3.21
		妊娠	472.34	13.08	39.60	5.11
		平均	325.04	6.66	25.45	3.25
	奶牛	育成牛	2832.71	2.15	107.77	12.48
		产奶牛	5731.70	6.55	214.51	38.47
	肉牛		3114.00	14.04	153.47	19.85
	蛋鸡		18.50	1.50	1.06	0.51
	肉鸡		42.33	1.50	1.02	0.50
中南区	猪	保育	187.37	5.4	19.83	2.51
		育肥	358.82	14.36	44.73	5.99
		妊娠	542.45	9.95	51.15	11.18
		平均	450.64	12.16	47.94	8.59
	奶牛	育成牛	3324.53	2.56	139.76	25.99
		产奶牛	6793.31	4.72	353.41	62.46
	肉牛		2411.4	5.01	65.93	10.52
	蛋鸡		20.5	1.50	1.16	0.23
	肉鸡		13.05	1.50	0.71	0.06
西南区	猪	保育	142.02	2.4	10.97	1.94
		育肥	403.67	7.24	19.74	4.84
		妊娠	446.41	9.62	22.02	6.55
		平均	425.04	8.43	20.88	5.70
	奶牛	育成牛	2832.72	6.81	107.77	12.48
		产奶牛	5731.7	10.73	214.51	38.47
	肉牛		2235.21	2.28	104.1	10.17
	蛋鸡		20.5	1.50	1.16	0.23
	肉鸡		13.05	1.50	0.71	0.06
西北区	猪	保育	207.52	4.36	21.49	2.78
		育肥	397.12	9.53	36.77	4.88
		妊娠	357.97	7.06	40.79	5.24
		平均	377.55	8.30	38.78	5.06
	奶牛	育成牛	2013.97	7.38	108.03	9.54
		产奶牛	3600.16	6.41	185.89	17.92
	肉牛		2235.21	2.28	104.1	10.17
	蛋鸡		21.69	1.50	1.12	0.23
	肉鸡		34.15	1.50	1.85	0.48

附录 B- 8 分散式畜禽养殖粪便中污染物平均含量（单位：kg/t）

污染物	牛粪	牛尿	猪粪	猪尿	羊粪	禽类
化学需氧量	31.0	6.0	52.0	9.0	4.63	45.7
氨氮	1.71	3.47	3.08	1.43	0.8	2.8
总磷	1.18	0.40	3.41	0.52	2.6	5.8

总氮	4.37	8.0	5.88	3.3	7.5	10.4
----	------	-----	------	-----	-----	------

附录 B-9 分散式畜禽养殖粪便流失率（单位：%）

污染物	牛粪	猪粪	羊粪	家禽粪	牛猪尿
化学需氧量	6.16	5.58	5.50	8.59	10
BOD	4.87	6.14	6.70	6.78	10
氨氮	2.22	3.04	4.10	4.15	10
总磷	5.50	5.25	5.20	8.42	10
总氮	5.68	5.34	5.30	8.47	10

B.1.4 城镇地表径流污染源

附录 B-10 城市道路径流污染物平均浓度（单位：mg/L）

类型	路面					屋顶				
	SS	COD	BOD	TN	TP	SS	COD	BOD	TN	TP
南方城市	572	316	71.11	8.59	0.85	56	39.16	18.62	4.22	0.26
北方城市	436	238	39.29	6.65	0.64	148	204	72.41	8.67	0.49
特大城市	552	310	—	8.17	0.76	102	123	—	6.98	0.37
中等城市	340	199	—	6.04	0.89	—	256	—	3.48	0.39

B.1.4 水土流失污染源

附录 B-11 土壤养分总氮含量（单位：g/kg）

省(自治区、直辖市)	全氮		
	耕地	非耕地	平均
北京			0.81
上海			1.62
天津			0.79
河北	0.72	1.30	1.03
山西	0.66	1.11	0.95
内蒙古	1.14	1.19	1.19
辽宁	0.89	1.16	1.07
吉林	1.39	1.63	1.56
黑龙江	1.95	2.11	2.06
陕西			0.89
甘肃			0.92
宁夏			0.70
青海	1.36	1.37	1.37
新疆			0.91
江苏			1.01
山东	0.62	0.59	0.61
安徽	1.01	1.28	1.12
浙江			1.61
江西	1.43	1.25	1.29
福建			1.36
台湾			
河南	0.77	1.16	0.91
湖北			

湖南	1.57	1.29	1.35
广东	1.18	1.04	1.06
海南	0.89	1.03	0.98
广西			1.34
四川	1.11	1.85	1.68
贵州			1.61
云南			1.50
西藏	1.50	1.52	1.52
全国合计	1.05	1.43	1.28

出处:中国土壤肥力（中国农业出版社）

附录 B-12 土壤养分总磷含量（单位：g/kg）

省（自治区、直辖市）	土壤类型	全磷
安徽	红壤	0.40
	紫色土	0.39
	黄棕壤	0.62
	砂浆黑土	0.46
	潮土	0.63
	水稻土	0.44
	平均	0.49
福建	赤红壤	0.55
	红壤	0.59
	紫色土	0.61
	潮土	0.64
	黄壤	0.58
	水稻土	0.78
	平均	0.63
甘肃	褐土	0.59
	黄绵土	0.64
	黑垆土	0.68
	栗钙土	0.76
	灰钙土	0.70
	灰棕漠土	0.66
	潮土	0.68
	风沙土	0.44
	平均	0.65
广东	砖红壤	0.82
	赤红壤	0.48
	红壤	0.74
	黄壤	0.54
	紫色土	0.65
	石灰土	0.92
	平均	0.69
广西	水稻土	0.92
	砖红壤	0.22
	赤红壤	0.43
	红壤	0.50
	紫色土	0.41
	石灰土	0.79

省（自治区、直辖市）	土壤类型	全磷
	平均	0.55
贵州	红壤	0.31
	紫色土	0.51
	石灰土	0.74
	潮土	0.60
	黄壤	0.64
	黄棕壤	0.72
	水稻土	0.70
	平均	0.65
河北	棕壤	0.84
	褐土	0.60
	潮土	0.62
	水稻土	0.63
	盐渍土	0.48
	栗钙土	0.54
	平均	0.62
河南	棕壤	0.59
	褐土	0.57
	潮土	0.61
	水稻土	0.37
	平均	0.55
黑龙江	暗棕壤	1.00
	黑土	0.96
	白浆土	1.01
	黑钙土	0.68
	草甸土	0.77
	水稻土	0.63
	盐渍土	0.58
	沼泽土	1.37
	平均	0.84
湖北	红壤	0.43
	紫色土	0.38
	黄壤	0.33
	黄棕壤	0.43
	潮土	0.67
	水稻土	0.51
	平均	0.46
湖南	水稻土	0.52
吉林	暗棕壤	0.46
	黑土	0.31
	白浆土	0.58
	黑钙土	0.31
	草甸土	0.37
	水稻土	0.41
	平均	0.41
江苏	黄棕壤	0.36
	砂浆黑土	0.32
	潮土	0.63

省（自治区、直辖市）	土壤类型	全磷
	水稻土	0.51
	平均	0.44
辽宁	棕壤	0.39
	褐土	0.28
	潮土	0.40
	水稻土	0.42
	盐渍土	0.35
	平均	0.38
内蒙古	暗棕壤	1.29
	黑土	0.50
	黑钙土	0.41
	草甸土	0.26
	潮土	0.48
	沼泽土	0.32
	栗钙土	0.31
	棕钙土	0.30
	灰钙土	0.35
	灰棕漠土	0.50
	盐土	0.53
	风沙土	0.20
	平均	0.36
青海	栗钙土	0.78
	棕钙土	0.57
	灰钙土	0.70
	灰棕漠土	0.57
	潮土	0.74
	盐土	0.39
	风沙土	0.35
	高山寒漠土	0.61
	高山草甸土	0.78
	高山草原土	0.57
	平均	0.57
山东	棕壤	0.34
	褐土	0.46
	潮土	0.58
	平均	0.55
陕西	棕壤	0.69
	褐土	0.70
	黄绵土	0.65
	黑垆土	0.61
	潮土	0.65
	水稻土	0.58
	平均	0.65
四川	紫色土	0.70
	高山寒漠土	0.71
	高山草甸土	0.87
	高山草原土	0.84
	暗棕壤	0.95

省（自治区、直辖市）	土壤类型	全磷
	黄壤	1.45
	黄棕壤	1.47
	棕壤	1.04
	草甸土	0.85
	潮土	0.84
	水稻土	1.34
	平均	1.17
云南	砖红壤	0.70
	赤红壤	0.60
	红壤	0.80
	紫色土	0.40
	石灰土	1.20
	潮土	0.90
	黄壤	0.70
	黄棕壤	1.00
	水稻土	0.80
	平均	0.83
浙江	红壤	0.34
	紫色土	0.27
	黄壤	0.76
	潮土	0.61
	水稻土	0.47
	平均	0.55
全国	平均	0.62

B.1 面源污染物入河系数

附录 B-13 水资源一级区面源污染物入河系数

水资源一级区	入河系数			
	COD	氨氮	TN	TP
松花江区	8.9%	10.3%	12.6%	9.1%
辽河区	9.3%	12.4%	21.6%	14.5%
海河区	4.8%	4.9%	5.4%	5.8%
黄河区	9.0%	6.8%	7.6%	6.2%
淮河区	8.8%	7.3%	10.6%	9.9%
长江区	13.6%	10.2%	19.0%	11.2%
东南诸河区	13.2%	14.3%	17.7%	8.6%
珠江区	19.9%	17.4%	20.9%	14.0%
西南诸河区	10.7%	11.5%	11.7%	9.1%
西北诸河区	3.4%	4.6%	4.5%	4.9%
全国	12.6%	10.1%	15.5%	10.5%

附录 B-14 水资源一级区面源污染物入河系数

水资源三级区名称	入河系数			
	COD	氨氮	TN	TP
呼伦湖水系	8.21%	3.91%	3.62%	3.17%
海拉尔河	8.79%	3.99%	3.91%	3.30%
额尔古纳河干流	9.27%	5.36%	4.80%	4.33%
尼尔基以上	9.03%	17.05%	19.73%	15.28%
尼尔基至江桥	8.82%	10.96%	12.83%	11.82%
江桥以下	8.62%	8.88%	10.20%	7.77%
丰满以上	8.55%	10.35%	13.52%	9.15%
丰满以下	8.73%	8.91%	11.20%	5.96%
三岔河至哈尔滨	8.51%	8.95%	11.28%	7.63%
哈尔滨至通河	9.04%	10.43%	13.25%	9.87%
牡丹江	9.28%	11.60%	14.71%	11.25%
通河至佳木斯干流区间	11.36%	12.19%	15.17%	10.98%
佳木斯以下	12.88%	15.07%	17.03%	13.70%
黑龙江干流	9.23%	32.82%	30.26%	23.11%
穆棱河口以上	9.79%	10.56%	13.54%	10.26%
穆棱河口以下	8.42%	18.46%	19.91%	16.84%
绥芬河	9.12%	16.72%	20.27%	14.91%
图们江	12.93%	36.04%	33.99%	27.57%
东辽河	7.72%	10.88%	21.34%	11.41%
浑河	11.39%	10.78%	19.31%	10.92%
浑江口以上	8.60%	10.02%	17.36%	10.35%
浑江口以下	11.18%	12.63%	22.79%	13.15%
辽东沿黄渤海诸河	12.14%	12.88%	23.45%	19.04%
柳河口以上	8.03%	10.89%	19.70%	12.57%
柳河口以下	7.99%	10.98%	20.76%	12.78%
太子河及大辽河干流	9.47%	10.60%	18.70%	10.03%
乌力吉木仁河	6.84%	8.00%	12.49%	10.92%
西拉木伦河及老哈河	10.68%	16.63%	24.17%	19.61%
西辽河下游区间	7.86%	11.12%	19.78%	15.03%
沿渤海西部诸河	10.62%	15.84%	25.04%	18.54%
滦河山区	5.15%	4.98%	4.80%	5.52%
滦河平原及冀东沿海诸河	5.08%	5.07%	5.72%	5.91%
永定河册田水库以上	4.84%	5.02%	5.32%	5.72%
永定河册田水库至三家店区间	4.66%	4.50%	4.02%	5.05%
北三河山区	4.95%	4.94%	4.95%	5.57%
北四河下游平原	4.69%	4.94%	5.41%	5.79%
大清河山区	4.70%	4.95%	5.23%	5.71%
大清河淀东平原	4.74%	5.08%	5.67%	5.88%
大清河淀西平原	4.65%	4.99%	5.33%	5.76%
子牙河山区	4.99%	5.20%	5.66%	5.90%

水资源三级区名称	入河系数			
	COD	氨氮	TN	TP
子牙河平原	5.09%	5.23%	5.75%	5.94%
漳卫河山区	4.17%	4.71%	5.00%	5.56%
漳卫河平原	3.73%	3.64%	5.16%	5.37%
黑龙港及运东平原	4.98%	5.23%	5.72%	5.92%
徒骇马颊河	4.82%	3.58%	5.74%	5.71%
河源至玛曲	6.62%	9.27%	6.76%	5.65%
玛曲至龙羊峡	4.84%	7.06%	4.72%	4.76%
大通河享堂以上	5.48%	6.35%	5.44%	5.44%
湟水	3.38%	3.52%	3.49%	3.49%
大夏河与洮河	7.44%	5.76%	8.48%	4.99%
龙羊峡至兰州干流区间	4.32%	5.30%	5.14%	4.93%
兰州至下河沿	5.97%	5.80%	8.14%	6.61%
清水河与苦水河	2.48%	4.64%	3.79%	3.59%
下河沿至石嘴山	2.76%	7.81%	5.87%	4.21%
石嘴山至河口镇北岸	8.07%	6.92%	7.59%	9.37%
石嘴山至河口镇南岸	11.78%	14.83%	6.86%	7.73%
河口镇至龙门左岸	10.25%	5.41%	7.20%	7.11%
吴堡以上右岸	16.59%	6.77%	7.15%	6.94%
吴堡以下右岸	18.83%	6.90%	9.14%	7.14%
汾河	9.13%	5.12%	8.02%	7.68%
北洛河状头以上	13.37%	6.13%	8.37%	6.54%
泾河张家山以上	9.71%	5.98%	8.81%	4.61%
渭河宝鸡峡以上	4.50%	4.52%	7.78%	4.35%
渭河宝鸡峡至咸阳	7.63%	5.21%	9.23%	7.18%
渭河咸阳至潼关	10.34%	5.79%	10.75%	7.42%
龙门至三门峡干流区间	8.88%	6.25%	8.88%	7.60%
三门峡至小浪底区间	7.38%	6.17%	10.01%	9.22%
沁丹河	8.96%	5.77%	8.44%	7.83%
伊洛河	6.52%	9.31%	8.72%	7.20%
小浪底至花园口区间干流区间	8.21%	10.79%	11.70%	8.61%
金堤河和天然文岩渠	3.60%	10.16%	11.60%	9.28%
黄汶区	3.36%	7.05%	5.21%	4.21%
花园口以下干流区间	2.54%	8.29%	6.66%	6.26%
内流区	10.69%	6.59%	6.78%	6.84%
王家坝以上北岸区	6.71%	4.93%	9.00%	7.00%
王家坝以上南岸区	4.60%	4.05%	9.00%	7.00%
高天区	13.44%	1.45%	10.11%	11.76%
里下河区	15.80%	5.32%	10.22%	9.55%
蚌洪区间北岸	10.60%	8.52%	10.64%	10.70%
蚌洪区间南岸	34.95%	24.25%	11.88%	14.52%
王蚌区间北岸	11.31%	9.69%	9.45%	7.86%

水资源三级区名称	入河系数			
	COD	氨氮	TN	TP
王蚌区间南岸	8.28%	12.27%	10.73%	11.06%
胶东诸河区	5.67%	4.88%	12.00%	15.00%
小清河区	9.48%	12.16%	12.00%	15.00%
湖东区	7.61%	11.86%	12.00%	15.00%
湖西区	2.87%	4.12%	11.23%	14.63%
日赣区	10.37%	2.24%	11.86%	14.53%
沂沭河区	14.45%	5.69%	11.46%	12.93%
中运河区	16.71%	10.10%	11.31%	12.57%
通天河	7.57%	4.45%	11.50%	4.41%
直门达至石鼓	6.97%	12.75%	11.00%	18.31%
雅砻江	8.15%	15.20%	16.45%	19.92%
石鼓以下干流	21.20%	7.94%	23.68%	8.72%
大渡河	9.11%	16.24%	16.33%	16.41%
青衣江和岷江干流	10.21%	15.70%	21.35%	13.47%
沱江	10.48%	11.25%	23.97%	11.36%
广元昭化以上	7.63%	5.28%	22.50%	9.27%
涪江	9.03%	9.44%	23.98%	11.02%
渠江	8.30%	9.57%	25.06%	9.23%
广元昭化以下干流	9.89%	8.49%	23.18%	10.55%
思南以上	12.11%	17.34%	11.43%	15.61%
思南以下	9.33%	7.91%	12.00%	15.04%
赤水河	8.70%	9.25%	13.62%	10.68%
宜宾至宜昌干流	16.28%	5.41%	20.62%	8.80%
澧水	9.80%	8.32%	19.34%	8.05%
沅江浦市镇以上	11.68%	6.62%	15.65%	8.97%
沅江浦市镇以下	10.41%	9.43%	20.56%	10.53%
资水冷水江以上	10.48%	8.68%	22.06%	9.18%
资水冷水江以下	13.43%	9.97%	18.54%	10.33%
湘江衡阳以上	11.95%	7.15%	16.29%	7.09%
湘江衡阳以下	12.35%	10.99%	17.94%	10.30%
洞庭湖环湖区	12.05%	11.02%	19.97%	10.17%
丹江口以上	8.11%	7.57%	20.54%	11.27%
唐白河	21.25%	20.18%	19.00%	23.31%
丹江口以下干流	11.66%	14.91%	22.29%	20.96%
信江	8.99%	7.94%	23.63%	10.77%
修水	13.19%	9.71%	16.65%	13.49%
饶河	11.14%	7.75%	15.85%	10.28%
抚河	8.60%	8.79%	17.13%	12.46%
赣江栋背以上	9.68%	8.15%	18.65%	10.16%
赣江栋背至峡江	9.08%	7.76%	20.87%	11.73%
赣江峡江以下	11.29%	8.63%	24.82%	12.37%

水资源三级区名称	入河系数			
	COD	氨氮	TN	TP
鄱阳湖环湖区	12.19%	7.98%	16.31%	10.16%
清江	13.72%	23.75%	19.35%	21.80%
宜昌至武汉左岸	12.79%	15.05%	21.28%	14.65%
武汉至湖口左岸	11.88%	17.14%	21.81%	21.10%
城陵矶至湖口右岸	14.75%	22.61%	22.50%	21.99%
巢湖皖及沿江诸河	23.44%	9.08%	12.64%	9.35%
青弋江和水阳江及沿江诸河	19.83%	11.43%	18.75%	11.02%
通南及崇明岛诸河	20.45%	24.17%	19.49%	24.86%
富春江水库以上	17.46%	11.30%	12.62%	6.47%
富春江水库以下	18.43%	10.84%	12.43%	7.69%
浙东沿海诸河	20.75%	11.41%	12.88%	6.67%
舟山群岛	26.97%	13.69%	14.52%	9.27%
瓯江温溪以上	18.76%	12.61%	13.55%	7.37%
瓯江温溪以下	23.95%	15.35%	15.79%	10.07%
闽东诸河	5.65%	9.49%	12.70%	5.86%
闽江上游（南平以上）	8.26%	23.14%	31.84%	13.03%
闽江中下游（南平以下）	7.41%	28.82%	37.84%	16.75%
闽南诸河	6.95%	19.53%	24.99%	10.99%
南盘江	16.56%	23.84%	21.26%	13.40%
北盘江	22.88%	13.30%	16.90%	14.54%
红水河	17.95%	14.53%	19.00%	12.60%
柳江	17.93%	15.17%	19.91%	12.48%
右江	14.04%	18.78%	22.80%	11.92%
左江及郁江干流	13.64%	17.49%	23.01%	11.68%
桂贺江	14.71%	17.19%	24.82%	13.77%
黔浔江及西江（梧州以下）	16.90%	16.31%	22.70%	13.35%
北江大坑口以上	23.26%	16.89%	32.31%	30.68%
北江大坑口以下	23.32%	17.39%	22.14%	16.99%
东江秋香江口以上	20.30%	18.21%	23.05%	15.67%
东江秋香江口以下	23.27%	17.86%	23.87%	17.74%
东江三角洲	35.11%	17.98%	20.43%	19.69%
西北江三角洲	29.73%	13.59%	19.04%	17.54%
韩江白莲以上	25.68%	18.18%	23.35%	18.74%
韩江白莲以下及粤东诸河	30.07%	18.20%	22.16%	19.47%
粤西诸河	21.33%	17.87%	23.01%	15.11%
桂南诸河	14.18%	17.19%	23.38%	12.14%
海南岛	13.39%	11.57%	7.93%	5.02%
泮江口以上	10.23%	12.77%	9.09%	9.58%
泮江口以下	9.81%	10.04%	9.17%	9.03%
怒江勐古以上	10.97%	12.45%	18.51%	15.87%
怒江勐古以下	9.19%	9.71%	10.11%	10.24%

水资源三级区名称	入河系数			
	COD	氨氮	TN	TP
伊洛瓦底江	9.25%	10.87%	10.02%	7.89%
拉孜以上	9.14%	21.57%	8.76%	16.06%
拉孜至派乡	13.19%	14.65%	21.48%	15.11%
派乡以下	10.72%	15.57%	11.14%	14.55%
藏南诸河	7.31%	13.88%	13.41%	15.82%
奇普恰普河	11.67%	19.10%	12.44%	19.62%
藏西诸河	9.92%	17.66%	17.42%	18.14%
李仙江	12.11%	32.10%	25.77%	16.14%
元江	12.11%	31.90%	25.77%	16.14%
盘龙江	12.20%	31.51%	25.50%	16.06%
内蒙古高原东部	2.07%	2.10%	2.12%	2.91%
内蒙古高原西部	2.30%	2.58%	2.71%	4.93%
石羊河	6.05%	7.72%	9.02%	5.79%
黑河	4.97%	6.88%	7.82%	5.23%
疏勒河	5.31%	7.58%	7.63%	7.79%
河西荒漠区	3.00%	3.07%	3.12%	3.82%
青海湖水系	3.22%	2.66%	3.26%	3.25%
柴达木盆地东部	5.91%	4.33%	5.53%	5.73%
柴达木盆地西部	9.33%	6.81%	7.16%	7.25%
巴伊盆地	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
哈密盆地	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
吐鲁番盆地	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
额尔齐斯河	2.10%	2.43%	2.67%	3.60%
乌伦古河	2.14%	2.55%	2.81%	2.63%
吉木乃诸小河	2.09%	2.29%	2.37%	3.54%
额敏河	2.15%	2.67%	2.94%	3.69%
伊犁河	2.15%	2.49%	2.61%	2.86%
古尔班通古特荒漠区				
东段诸河	2.23%	3.12%	3.49%	4.26%
中段诸河	1.86%	2.92%	3.29%	3.20%
艾比湖水系	2.25%	3.29%	3.66%	3.50%
和田河	1.55%	2.59%	2.81%	6.41%
叶尔羌河	1.49%	2.63%	2.99%	5.42%
喀什噶尔河	1.43%	2.28%	2.56%	5.54%
阿克苏河	1.47%	2.70%	3.28%	4.08%
渭干河	1.40%	2.40%	2.68%	5.62%
开孔河	2.31%	3.33%	3.72%	4.74%
克里亚河诸小河	1.43%	2.41%	2.72%	4.15%
车尔臣河诸小河	2.19%	2.65%	2.86%	4.76%
塔里木河干流				
塔克拉玛干沙漠				

水资源三级区名称	入河系数			
	COD	氨氮	TN	TP
库木塔格沙漠				
羌塘高原内陆	10.00%	7.93%	7.48%	7.50%
羌塘高原内陆	10.00%	9.27%	10.00%	10.00%
湖西及湖区	80.00%	73.73%	80.00%	80.00%
武阳区	79.89%	79.89%	80.00%	80.00%
杭嘉湖区	79.34%	52.31%	80.00%	80.00%

参考文献

- [1] 水利部.水规计[2002]83 号文,全国水资源综合规划任务书[R].北京:水利部, 2002.
- [2] 水利部.水规计[2002]330 号文,全国水资源综合规划技术大纲[R].北京:水利部, 2002.
- [3] 水利部水利水电规划设计总院.全国水资源综合规划技术细则[S]. 北京: 水利部水利水电规划设计总院, 2002.
- [4] 水利部水利水电规划设计总院.全国水资源综合规划地表水资源保护补充技术细则[S]. 北京:水利部水利水电规划设计总院, 2003.
- [5] 水利部水利水电规划设计总院. 全国重要江河湖泊水功能区纳污能力核定和分阶段限排总量控制技术大纲[S]. 北京:水利部水利水电规划设计总院,2003.
- [6] 中国水利水电科学研究院.水功能区限制排污安全余量研究[R].北京:中国水利水电科学研究院,2017.
- [7] 梁博,王晓燕.我国水环境污染物总量控制研究的现状与展望[J].首都师范大学学报(自然科学版),2005(01):93-98.
- [8] 冯金鹏,吴洪寿,赵帆.水环境污染总量控制回顾、现状及发展探讨[J].南水北调与水利科技,2004(01):45-47+44.
- [9] 何羽, 邓春光, 敖亮. 河流水环境容量安全边际研究[J]. 环境科学与技术, 2012, 35(9):201-204.
- [10] David E. Langseth, Natalie Brown. Risk-Based Margins of Safety for Phosphorus TMDLs in Lakes[J]. Journal of Water Resources Planning and Management, 2011, 137(3):
- [11] Samuela Franceschini, Christina W. Tsai. Incorporating Reliability into the Definition of the Margin of Safety in Total Maximum Daily Load Calculations[J]. Journal of Water Resources Planning and Management, 2008, 134(1):
- [12] Harry X. Zhang, Shaw L. Yu. Applying the First-Order Error Analysis in Determining the Margin of Safety for Total Maximum Daily Load Computations[J]. Journal of Environmental Engineering, 2004, 130(6):
- [13] David W. Dilks, Paul L. Freedman. Improved Consideration of the Margin of Safety in Total Maximum Daily Load Development[J]. Journal of Environmental Engineering, 2004, 130(6):