

ICS 13.020.40

CCS Z 00

团 体 标 准

T/CSES 49—2022

人体健康水质基准校验技术指南

Technical guidelines for verification of water quality criteria for the protection of human health

2022 - 07 - 29 发布

2022 - 08 - 01 实施

中国环境科学学会 发布

目 次

前言	II
引言	III
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 缩略语	2
5 人体健康水质基准校验技术原理与框架	2
6 人体健康水质基准校验	3
7 质量控制	6
8 校验基准的审核	6
附录 A（资料性） 我国人体健康水质基准特征参数	7
附录 B（资料性） 校验人体健康水质基准数据表	10
参考文献	11

前 言

本文件按照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》的规定起草。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由中国环境科学研究院提出。

本文件由中国环境科学学会归口。

本文件起草单位：中国环境科学研究院、南京大学、南开大学、南昌大学、中国海洋大学。

本文件主要起草人：刘征涛、王晓南、李霁、闫振广、朱琳、王遵尧、黄云、葛刚、祝凌燕、李正炎、郑欣、周涛、高强、闫政、张中华。

引 言

国务院《关于落实科学发展观加强环境保护的决定》（国发〔2005〕39号）提出了“科学确定环境基准”的要求，将其作为建立和完善环境保护长效机制的重要内容之一。从国家“十二五”规划期间开始，研究人员依托国家水体污染控制与治理科技重大专项（水专项）相关流域水质基准研究课题（“重点流域优控污染物水环境质量基准研究”、“流域水环境基准及标准制定方法技术集成”等）的实施，切实推进了流域水环境人体健康水质基准的相关研究，在借鉴先进方法技术的基础上，建立了较科学的人体健康水质基准方法。其中基准的校验作为人体健康水质基准的系列技术，是人体健康水质基准方法的重要组成部分。

生态环境部发布《国家环境基准管理办法（试行）》（2017年第14号），进一步加强和规范环境基准管理工作，该办法对环境基准研究、制定、发布、应用与监督等工作提出了详细的要求。为贯彻《中华人民共和国环境保护法》、《中华人民共和国水污染防治法》和《水污染防治行动计划》，规范人体健康水质基准的校验工作，制定本文件。

人体健康水质基准校验技术指南

1 范围

本文件规定了人体健康水质基准在流域区域水体适用性校验的方法、程序、审核和质量控制。本文件适用于我国流域或区域河段水体人体健康水质基准的校验。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；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 5009.6 食品安全国家标准 食品中脂肪的测定
- GB/T 21605 化学品急性吸入毒性试验方法
- GB/T 21606 化学品急性经皮毒性试验方法
- GB/T 21752 化学品 啮齿动物28天重复剂量经口毒性试验方法
- GB/T 21757 化学品 急性经口毒性试验 急性毒性分类法
- GB/T 21758 化学品 两代繁殖毒性试验方法
- GB/T 21759 化学品 慢性毒性试验方法
- GB/T 21763 化学品 啮齿类动物亚慢性经口毒性试验方法
- GB/T 21766 化学品 生殖/发育毒性筛选试验方法
- GB/T 21778 化学品 非啮齿类动物亚慢性（90天）经口毒性试验方法
- GB/T 21787 化学品 啮齿类动物神经毒性试验方法
- GB/T 21793 化学品 体外哺乳动物细胞基因突变试验方法
- GB/T 21800 化学品 生物富集 流水式鱼类试验
- GB/T 21858 化学品 生物富集 半静态式鱼类试验
- HJ 501 水质 总有机碳的测定 燃烧氧化—非分散红外吸收法
- HJ 837—2017 人体健康水质基准制定技术指南

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

生物沉积物累积系数 biota-sediment accumulation factor; BSAF

因水环境暴露（含摄食）导致水生生物体内某种物质累积的浓度与该生物所在水体沉积物中该物质浓度达到平衡时的比值，单位为 kg/kg。

3.2

溶解态有机碳 dissolved organic carbon; DOC

水环境中能通过 0.45 μm 的滤膜，且在分析过程中不因蒸发而损失的水中溶解态有机物质量，单位为 mg/L。一般包括部分未被滤膜阻留的胶体有机物中的碳，可用以表示水中溶解性有机物的总量。

3.3

颗粒态有机碳 particulate organic carbon; POC

水环境中不能通过 0.45 μm 滤膜的不溶解于水的有机颗粒物质量，单位为 mg/L。一般包括水体中可被滤膜阻留的悬浮态有机颗粒物中的碳，可用以表示水中非溶解性有机物的总量。

3.4

脂质分数 fraction lipid; f_i
水环境中水生生物体内脂类物质的含量分数。

3.5

人体健康水质基准校验 verification of water quality criteria for human health protection
通常实际流域水体中的环境因子及人群生活特性等参数，如水体中溶解态有机碳、颗粒态有机碳、本土人群食性及水生物营养级累积因子等与国际或国家层面通用性基准参数条件可能有明显差异；为消除或减少国家与实际流域基准参数结果的差异性，提高人体健康水质基准对实际流域人群保护的适用性，考虑实际流域水环境与本地人群及水生物参数影响，对国际或国家层面获得的水质基准开展在实际流域水体进行校正或检验的行为。

4 缩略语

下列缩略语适用于本文件。

BAF: 生物累积或蓄积系数 (bioaccumulation factor)

BCF: 生物浓缩或富集系数 (bioconcentration factor)

BW: 体重 (body weight)

CSF: 癌症斜率因子 (cancer slope factor)

DI: 日饮水量 (daily drinking water intake)

FI: 鱼类等水产品摄入量 (fish intake)

ILCR: 终身增量致癌风险 (incremental lifetime cancer risk)

LED₁₀: 10%致癌效应对应剂量的95%置信区间下限 (lower confidence limit on a dose associated with 10 percent extra risk)

LOAEL: 最低可见有害效应水平 (lowest observed adverse effect level)

NOAEL: 无可见有害效应水平 (no observed adverse effect level)

POD: 起算点 (point of departure)

RfD: 参考剂量 (reference dose)

RSC: 相关源贡献率 (relative source contribution)

5 人体健康水质基准校验技术原理与框架

水环境特征参数如水生生物脂质分数 (f_i)、溶解态有机碳 (DOC)、颗粒态有机碳 (POC) 等会影响污染物在水生物体内的累积，实际流域人群暴露参数 (BW、DI、FI) 的变化也可影响水质基准值。本文件规定通过流域或区域河段的水环境特征参数对生物累积系数 (BAF) 进行估算、实测BAF和流域区域人群暴露参数，重新计算流域区域人体健康水质基准，实现对国家人体健康水质基准在流域区域的适用性校验，技术框架见图1。

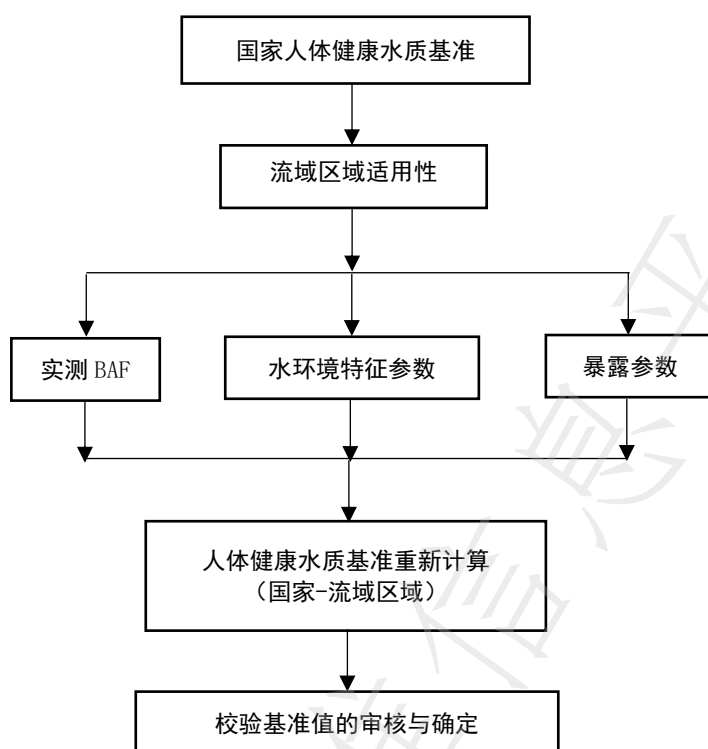


图1 流域区域人体健康水质基准校验技术框架

6 人体健康水质基准校验

6.1 采用实测 BAF 进行校验

6.1.1 获得流域区域目标物质的 BAF 进行校验

针对目标污染物质，收集获得国家、实际流域或区域河段层面的本土人群消费水生生物的 BAF 实测值，按照下列公式对人体健康水质基准值进行重新计算。

a) 同时摄入饮用水和鱼类等水产品 (W+F) 的人体健康水质基准：

1) 非致癌物的 W+F 人体健康水质基准，按照公式 (1) 进行计算：

$$WQC_{(W+F)} = RfD \times RSC \times \frac{BW}{DI + \sum_{i=2}^4 (FI_i \times BAF_i)} \times 1000 \dots\dots\dots (1)$$

式中：

$WQC_{(W+F)}$ ——同时摄入饮用水和鱼类等水产品 (W+F) 的人体健康水质基准，对应提供饮用水和水产品的水体，单位为 $\mu\text{g/L}$ ；

RfD ——非致癌物参考剂量，单位为 $\text{mg/kg}\cdot\text{d}$ ；

BW ——人群平均体重，我国成年人平均体重取值为 61.9 kg；

DI ——人群每日饮水量，我国成年人每日饮水量取值为 2.875 L/d；

FI_i ——每日第 i 营养级 (i 取值可为 2、3、4) 鱼类等水产品摄入量，单位为 g/d；

注：因我国未发布不同营养级水产品摄入量，建议可采用成年人总的水产品摄入量，30.1 g/d。

BAF_i ——污染物在第 i 营养级 (i 取值可为 2、3、4) 鱼类等水产品的生物累积系数，单位为 L/kg；

RSC ——相关源贡献率，取值参考 HJ 837—2017 中附录 D，默认值为 20%。

上述 BW 、 DI 、 FI 数据可参考引用《中国人群环境暴露参数手册 (成人卷)》、《中国人群环境暴露参数手册 (儿童卷)》的相关数据，实际流域区域的人群健康暴露参数可引用上述手册中相关流域区域对应区县的人群暴露参数。

2) 非线性致癌物的 (W+F) 人体健康水质基准, 按照公式 (2) 进行计算:

$$WQC_{(W+F)} = \frac{POD}{UF} \times RSC \times \frac{BW}{DI + \sum_{i=2}^4 (FI_i \times BAF_i)} \times 1000 \dots\dots\dots (2)$$

式中:

POD ——致癌物质非线性低剂量外推法的起始点, 单位为 mg/kg·d, 可为 LOAEL、NOAEL 或 LED₁₀;

UF ——不确定性系数, 无量纲, 取值参考 HJ 837—2017 中附录 C。

WQC_(W+F)、BW、DI、FI_i、BAF_i、RSC 的参数含义见公式 (1)。

3) 线性致癌物的 (W+F) 人体健康水质基准, 按照公式 (3) 进行计算。

$$WQC_{W+F} = \frac{ILCR}{CSF} \times \frac{BW}{DI + \sum_{i=2}^4 (FI_i \times BAF_i)} \times 1000 \dots\dots\dots (3)$$

式中:

CSF ——致癌斜率因子, 单位为 kg·d/mg;

ILCR ——为终身增量致癌风险, 无量纲, 一般为 10⁻⁶ ~ 10⁻⁵。

WQC_(W+F)、BW、DI、FI_i、BAF_i、RSC 的参数含义见公式 (1)。

b) 仅摄入鱼类等水产品 (F) 的人体健康水质基准:

1) 非致癌物的 F 人体健康水质基准, 按照公式 (4) 进行计算:

$$WQC_{(F)} = RfD \times RSC \times \frac{BW}{\sum_{i=2}^4 (FI_i \times BAF_i)} \times 1000 \dots\dots\dots (4)$$

2) 非线性致癌物的 F 人体健康水质基准, 按照公式 (5) 进行计算:

$$WQC_{(F)} = \frac{POD}{UF} \times RSC \times \frac{BW}{\sum_{i=2}^4 (FI_i \times BAF_i)} \times 1000 \dots\dots\dots (5)$$

3) 线性致癌物的 F 人体健康水质基准, 按照公式 (6) 进行计算。

$$WQC_{(F)} = \frac{ILCR}{CSF} \times \frac{BW}{\sum_{i=2}^4 (FI_i \times BAF_i)} \times 1000 \dots\dots\dots (6)$$

式中:

WQC_(F) ——仅摄入鱼类等水产品 (F) 的人体健康水质基准, 对应提供水产品的水体, 单位为 μg/L。

RfD、BW、DI、FI_i、BAF_i、RSC、POD、UF、CSF、ILCR 的参数含义见公式 (1)、公式 (2) 和公式 (3)。

6.1.2 实测流域区域 BAF 校验

开展实际流域或区域河段的本地人群消费水产品 and 对应水体样品调查, 采集测试样品中某种目标物质的含量水平; 以水产品中该目标污染物质的浓度除以水样中该物质浓度, 可获得该目标物质在实际流域的实测 BAF, 根据公式 (1) ~ 公式 (6) 对实际流域的仅摄入鱼类等水产品 (F) 和同时摄入饮用水和鱼类等水产品 (W+F) 的人体健康水质基准进行重新计算。

6.1.3 采用实测 BSAF 进行校验

对于 lgK_{ow} ≥ 4 的高疏水非离子性有机化学物质, 当无实测 BAF 时, 可采用实测 BSAF 来对 BAF 进行推导, 再依据人体健康水质计算公式 (1) ~ 公式 (6) 对仅摄入鱼类等水产品 (F) 和同时摄入饮用水和鱼类等水产品 (W+F) 的人体健康水质基准进行重新计算。BSAF 方法的测试步骤较多, 建议一般不优先使用。

按照公式 (7) ~ 公式 (8), 通过测定水产品体内目标物质的脂质标准化浓度、沉积物中目标物质

的有机碳标准化浓度等,选择与目标物质的理化性质相似且在沉积物中浓度水平相似的物质作为参考污染物质,结合参考物质的已知参数,计算目标物质的基线 BAF。

$$\text{BAF}_{\text{fd}, i} = \text{BSAF}_i \times \frac{D_{i/r} \times \Pi_{\text{socw}, r} \times K_{\text{ow}, i}}{K_{\text{ow}, r}} \dots\dots\dots (7)$$

式中:

$\text{BAF}_{\text{fd}, i}$ ——目标物质“ i ”的本土生物基线 BAF, 单位为 L/kg;

BSAF_i ——目标物质“ i ”的 BSAF, kg 有机碳/kg 脂质;

$\Pi_{\text{socw}, r}$ ——参考物质“ r ”在沉积物有机碳中与水体中溶解态浓度的比值, 单位为 L/kg, 取值参考 HJ 837—2017 中附录 B;

$K_{\text{ow}, i}$ ——目标物质“ i ”的辛醇-水分配系数, 无量纲;

$K_{\text{ow}, r}$ ——参考物质“ r ”的辛醇-水分配系数, 无量纲;

$D_{i/r}$ ——目标物质“ i ”和参考物质“ r ”的 $\Pi_{\text{socw}}/K_{\text{ow}}$ 的比值 (通常选择 $D_{i/r}=1$)。

BSAF 按照公式 (8) 进行计算:

$$\text{BSAF}_i = \frac{C_i}{C_{\text{soc}}} \dots\dots\dots (8)$$

式中:

C_i ——目标物质在水生物体内的脂质标准化浓度, 单位为 mg/kg, 取值参考 HJ 837—2017 中附录 B;

C_{soc} ——目标物质在水体表层沉积物中的有机碳标准化浓度, %, 取值参考 HJ 837—2017 中附录 B。

6.2 采用估算 BAF 进行校验

通过对实际流域水环境中 DOC、POC 含量及水生生物脂质分数的变化分析,从国家基线 BAF 估算目标化学物质在流域水环境中的 BAF,我国流域水体特征参数可参考附录 A。可采用流域水环境特征参数,按照公式 (9)、公式 (10),对已知国家基线 BAF 进行重新计算,获得流域或区域河段的 BAF,具体流程如下:

- 进行文献检索,获得实际流域或区域河段主要营养级水生生物脂质分数和水质 DOC、POC 含量的参数数据;
- 当文献获得的特征参数数据缺乏时,进行实际流域水体特征参数的采集或测试,获得主要营养级水生生物脂质分数和水质 DOC、POC 含量;
- 获得关注的流域特征参数后,按公式 (9)、公式 (10) 对国家基线 BAF 进行重新计算,获得实际流域的 BAF;
- 获得实际流域或区域河段的 BAF,根据人体健康水质基准计算公式 (1)~公式 (6) 对仅摄入鱼类等水产品 (F) 和同时摄入饮用水和鱼类等水产品 (W+F) 的人体健康水质基准进行重新计算。

$$\text{流域 BAF} = [(\text{BAF}_{\text{fd}}) \times f_i + 1] \times f_{\text{fd}} \dots\dots\dots (9)$$

式中:

流域 BAF ——实际流域或区域河段水体中目标物质对水生生物的 BAF, 单位为 L/kg;

BAF_{fd} ——已知的国家基线 BAF, 单位为 L/kg;

f_i ——实际流域本土水生生物的脂质分数, %;

f_{fd} ——目标物质在流域水体中的溶解态分数, %。

f_{fd} 按照公式 (10) 进行计算:

$$f_{\text{fd}} = \frac{1}{1 + \text{POC} \times K_{\text{ow}} + \text{DOC} \times 0.08 \times K_{\text{ow}}} \dots\dots\dots (10)$$

6.3 采用流域人群暴露参数进行校验

参考采用《中国人群环境暴露参数手册》中关注的相关流域或区域河段水体人群暴露参数（BW、DI、FI），根据人体健康水质基准计算公式（1）~ 公式（6），对摄入鱼类等水产品（F）和同时摄入饮用水和鱼类等水产品（W+F）的人体健康水质基准进行重新计算。

6.4 校验方法的选择

采用6.1~6.3方法，对国家人体健康水质基准的实际流域或区域河段水体的适用性进行校验评估，应考虑采用方法的优缺点，主要有：

- a) 优先推荐 6.1 方法，结合 6.3 方法对流域水体的人体健康水质基准进行重新计算；
- b) 当 6.1 和 6.2 方法不适用时，可采用 6.3 方法对流域水体的人体健康水质基准进行重新计算；
- c) 当实测校验成本较高时，可采用 6.2、6.3 方法相结合，对实际流域或区域河段水体的人体健康水质基准进行重新计算。

7 质量控制

水生态毒性效应和水环境特征参数的测试方法应选择现行有效的标准方法，如国家标准、国际标准化组织（ISO）、经济与合作发展组织（OECD）及美国环保局（USEPA）等国外机构发布的标准方法；国家相关标准方法主要有GB 5009.6、GB/T 21605、GB/T 21606、GB/T 21752、GB/T 21757、GB/T 21758、GB/T 21759、GB/T 21763、GB/T 21766、GB/T 21778、GB/T 21787、GB/T 21793、GB/T 21800、GB/T 21858、HJ 501等。

环境与生态毒理学数据主要包括急性、短期、亚慢性以及慢性数据，也可再分为健康致癌和非致癌效应数据。为保证毒性数据的科学有效性，所有参考数据都应有质控依据，如测试终点、测试时间及对测试阶段或效应指标的试验质控描述等。弃用有问题或有疑点的数据，如非本土生物、非哺乳类动物健康毒性、实验过程无质控描述、无对照组、试验生物曾经暴露于目标污染物质的或未采用公认性测试方法的数据等。

8 校验基准的审核

在基准校验完成后，需对基准值校验数据（见附录B）进行审核。一般需要审核的项目有：

- a) 校验所用数据的适用性和科学性；
- b) 检验校验过程或程序的正确性；
- c) 审核是否有新发布的目标物质的毒理学数据及相关的生物累积、降解等生态效应数据等，如有应加以考虑；
- d) 校验后若实际流域或区域河段基准数值大于（低于）或等于国家基准值的，建议采用国家基准值为经校验的流域区域水质基准；若校验的实际流域或区域河段基准数值小于（高于）国家基准值的，建议采用该基准值为经校验的实际流域区域水质基准。

附录 A

(资料性)

我国人体健康水质基准特征参数

表 A.1 给出了我国人群暴露参数；表 A.2 给出了淡水生物营养级脂质分数；表 A.3 给出了地表水溶解态有机碳 DOC 含量参数；表 A.4 给出了地表水颗粒态有机碳 POC 含量参数。

表A.1 我国人群暴露参数

暴露参数	年龄 (岁)	均值	第 50 百分位数	第 75 百分位数	第 95 百分位数
饮水摄入量 DI (mL/d)	成人 ≥18	2300	1850	2785	5200
	6 ~ <9	1186	1082	1414	2150
	9 ~ <12	1280	1210	1529	2300
	12 ~ <15	1383	1261	1700	2700
	15 ~ <18	1414	1186	1700	3254
水产品摄入量 FI (g/d)	成人 ≥18	29.6	-	-	-
	成人 ≥18	30.1^a	-	-	-
	6 ~ <9	30.8	21.4	40	100
	9 ~ <12	39.2	25.7	50	120
	12 ~ <15	58.5	34.3	85.7	200
	15 ~ <18	55.8	35.7	85.7	200
人体体重 BW (kg)	成人 ≥18	61.9	60.6	69	82.7
	6 ~ <9	26.5	25	29.4	38
	9 ~ <12	36.8	35	41.6	55
	12 ~ <15	47.3	46.4	52.4	65.1
	15 ~ <18	54.8	53.1	60	71
注1：参数参考来源《中国人群环境暴露参数手册（成人卷）》2013、《中国人群环境暴露参数手册（0~5岁）、（6~17岁）儿童卷》2016； 注2：黑体为制定我国人体健康水质基准时的推荐值； 注3：国家人体健康水质基准一般采用成人的相应参数进行推导。					
^a 数据来源于《中国居民营养与健康状况调查报告之一：2002 综合报告》					

表A.2 淡水生物营养级脂质分数

营养级	我国脂质分数均值 (%)	美国脂质分数均值 (%)
第 2 营养级	2.47	1.9
第 3 营养级	3.08	2.6
第 4 营养级	3.16	3.0
注：参数来源于我国淡水生物脂肪含量分析文献和实测参数。		

表A.3 流域地表水溶解态有机碳含量状况

统计值	溶解态有机碳 DOC (mg/L)			
	中国			美国
	所有类型	河流	湖泊	所有类型
中位数	2.68	2.38	6.52	2.9
平均值	4.19	3.91	7.03	4.6
第5百分位数	1.01	1	2.06	0.8
第10百分位数	1.19	1.16	2.36	1.2
第25百分位数	1.52	1.48	2.79	2.0
第50百分位数	2.68	2.38	6.52	2.9
第75百分位数	4.85	4.35	9.13	5.4
第95百分位数	11.84	11.50	15.19	14.0
流域中位数				
海河流域		8.36		
黄河流域		3.09		
青海水系		2.79		
松花江流域		4.56		
海南水系		1.7		
长江流域		3.84		
珠江流域		1.7		
辽河流域		4.04		
部分湖泊中位数				
百花湖			2.58	
博斯腾湖			10.2	
巢湖			2.85	
东湖			13.31	
洞庭湖			2.06	
抚仙湖			9.58	
小浪底水库			6.8	
鄱阳湖			6.26	
三峡水库			3.46	
太湖			3.88	
注：参数来源于我国地表水中DOC含量分析文献和实测参数。				

表A.4 地表水颗粒态有机碳含量状况

统计值	颗粒态有机碳 POC (mg/L)			
	中国			美国
	所有类型	河流	湖泊	所有类型
中位数	0.73	0.7	1.56	0.5
平均值	2.76	2.78	2.50	1.0
第5百分位数	0.11	0.108	0.28	0
第10百分位数	0.18	0.173	0.43	0
第25百分位数	0.31	0.3	0.61	0.2
第50百分位数	0.73	0.7	1.56	0.5
第75百分位数	2.73	2.74	2.3	1.1
第95百分位数	10.9	11.59	5.3	3.9
流域中位数				
海河流域		0.17		
黄河流域		3.22		
松花江流域		3.2		
海南水系		0.4		
长江流域		2.81		
珠江流域		0.57		
辽河流域		6.53		
部分湖泊中位数				
百花湖			0.73	
博斯腾湖			0.69	
巢湖			1.38	
东湖			5.01	
洞庭湖			2.06	
抚仙湖			0.48	
小浪底水库			0.37	
鄱阳湖			0.15	
三峡水库			3.46	
太湖			0.75	
注：参数来源于我国地表水中POC含量分析文献和实测参数。				

附录 B
(资料性)
校验人体健康水质基准数据表

表 B.1 给出了流域人体健康水质基准校验数据。

表B.1 流域人体健康水质基准校验数据

参数		数值	参数来源或计算方法
毒性值		mg/kg·d	
RSC		%	
BW		kg	
DI		L/d	
FI		g/d	
		g/d	
		g/d	
流域 BAF		L/kg	
		L/kg	
		L/kg	
脂质分数		%	
		%	
		%	
水质参数	DOC	mg/L	
	POC	mg/L	
K _{ow}			
流域基准	WQC _(W+F)	μg/L	
	WQC _(F)	μg/L	

参 考 文 献

- [1] 环境保护部.《中国人群环境暴露参数手册》(成人卷)[M]. 北京: 中国环境出版社, 2013
 - [2] 环境保护部.《中国人群环境暴露参数手册》(儿童卷: 0~5岁)[M]. 北京: 中国环境出版社, 2016
 - [3] 环境保护部.《中国人群环境暴露参数手册》(儿童卷: 6~17岁)[M]. 北京: 中国环境出版社, 2016
 - [4] BLIGH E G, DYER W J. A rapid method of total lipid extraction and purification[J]. Canadian Journal of Biochemistry and Physiology, 1959, 37: 911-917
 - [5] Standard Methods Committee. 5310 total organic carbon (TOC), standard methods for the examination of water and wastewater, 20th edition[S]. Washington DC: Standard Methods Committee, 2000
-

全国团体标准信息平台