

团 体 标 准

T/CSES 78—2022

湖库蓝藻水华应急控制技术指南

Technical guidelines for emergency control of cyanobacterial blooms in lakes and reservoirs

发布稿

2022-11-08 发布

2022-11-08 实施

中国环境科学学会 发布

目 次

| | |
|---------------------------------|----|
| 前言 | II |
| 1 范围 | 1 |
| 2 规范性引用文件 | 1 |
| 3 术语和定义 | 1 |
| 4 总体要求 | 3 |
| 5 蓝藻水华调查分析 | 5 |
| 6 湖库蓝藻水华控制分区设计..... | 7 |
| 7 蓝藻水华控制技术要求..... | 8 |
| 8 设施安装与调试 | 10 |
| 9 设施运行、维护与管理..... | 11 |
| 附录 A（资料性） 蓝藻机械打捞处理技术单元工艺类型..... | 12 |
| 附录 B（资料性） 蓝藻水华控制技术相关示意图..... | 13 |
| 参考文献 | 17 |

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并首次发布。

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、无锡德林海环保科技股份有限公司、中国科学院南京地理与湖泊研究所，生态环境部环境发展中心。

本文件主要起草人：储昭升、曹晶、孙阳、潘正国、陈开宁、郑丙辉、韩巍、钱玲、朱霖毅、袁静、高思佳、韩曙光、叶碧碧、杨盛林

湖库蓝藻水华应急控制技术指南

1 范围

本文件规定了蓝藻水华应急控制的总体要求、调查分析、控制分区设计、技术选择、设施安装及调试以及设施运行、维护与管理等内容。

本文件适用于我国大、中型湖泊和水库的蓝藻水华应急控制，其它水体的蓝藻水华应急控制可参考使用。

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/T 3797 电气控制设备

GB 50093 自动化仪表工程施工质量验收规范

GB 50205 钢结构工程施工质量验收标准

GB 50235 工业金属管道工程施工规范

HJ 1098 水华遥感与地面监测评价技术规范（试行）

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

蓝藻水华 cyanobacterial bloom

由于氮、磷等营养的过度输入，水体中蓝藻过度增殖甚至在表面聚集的一种现象。

3.2

水华蓝藻 bloom forming cyanobacteria

容易形成水华的蓝藻。

3.3

蓝藻水华堆积区 cyanobacterial accumulation area

在水域表面聚集形成蓝藻水华并堆积到一定厚度的区域。

3.4

生态敏感区 ecological sensitive area

湖泊和水库中易受蓝藻水华影响的水生生物分布区域，包括沉水植物分布区、大型底栖动物主要分

布区，以及鱼类、水禽重要栖息地或保护区等。

3.5

富藻水 algae-rich water

因上浮或风力聚集形成的含有较高浓度蓝藻但仍有较好流动状态的藻水混合物。

3.6

藻浆 algae slurry

蓝藻因风力作用在水体表面堆积，或通过设备或其他方式脱水形成的半流体状态藻类浓缩物。

3.7

藻渣 algae debris

藻浆经物理化学作用浓缩得到的以藻类为主的半固态状浓缩物。一般含水率介于 95%~98%。

3.8

藻泥 algal mud

藻浆或藻渣经过压力过滤或高速离心等脱水产生的半固态或固态藻类浓缩物。一般含水率低于 90%。

3.9

机械打捞处理技术 salvage processing technology using machinery

采用机械方法将水华蓝藻打捞出水体并进行处理处置的技术。

3.10

原位抑藻技术 algal inhibition techniques in situ

在水体中直接抑制水华蓝藻生长或使水华蓝藻失去活性的技术。

3.11

蓝藻拦截 intercept of cyanobacteria

对蓝藻进行围挡使其聚集的过程。

3.12

筛滤 screen filtration

通过控制筛网的孔径大小、筛网运动方式等将水华蓝藻截留在筛网上进行藻水分离的一种方式。

3.13

扬水曝气抑藻 algae inhibition by water-lifting aeration

向水体深层曝入空气，利用气体上浮带动水体垂向流动对水体进行混合，通过破坏水体温度分层和蓝藻的浮力调控机制以控制蓝藻水华的方式。

3.14

压力控藻深井 high-pressure bloom control deep well

利用深井产生的静水压，对蓝藻施加 >0.5 MPa 以上压力，使蓝藻细胞内伪空胞破裂而失去漂浮特性，从而控制蓝藻生长的技术装备。

3.15

一体化除藻船 integrated algae removal ship

一种将蓝藻水华收集打捞、藻水分离、藻渣脱水等技术集成于一体而形成的除藻船。

3.16

岸基式藻水分离站 shore-based algae-water separation station

一般指在湖库岸边上建设的对打捞的富藻水或藻浆进行处理处置的设施。

4 总体要求**4.1 一般规定**

4.1.1 湖库蓝藻水华应急控制工程或设施建设、运行及维护应符合当地或国家实施的蓝藻水华应急预案相关要求。

4.1.2 蓝藻水华应急控制应以水华调查结果为依据确定水华控制分区，因地制宜选择相应技术。

4.1.3 应明确湖库饮用水源地、人群敏感区、生态敏感区的水华应急控制目标；当水华应急能力不足时，应优先保障饮用水源地安全。

4.1.4 湖库蓝藻水华应急控制工艺和设备应安全可靠、维护检修方便，固定设施应有防洪设计，移动设施应有抗风浪设计。

4.1.5 设施材料的选用、药剂的调配、设施排水等不应对水体和周边环境造成二次污染。

4.2 控制目标

4.2.1 宜重点针对饮用水源地、人群敏感区及生态敏感区制定水华控制目标，其他区域宜根据应急能力制定适宜的控制目标。

4.2.2 水华控制目标宜重点保障饮用水源地安全、防止水华对周边人群造成影响、保障生态敏感区水生态安全。

4.2.3 饮用水源地的水华应急控制应以防控蓝藻水华过度聚集、发臭为主要控制目标，满足饮用水厂取水要求。水华蓝藻细胞密度宜在 1×10^8 个/L 以下，溶解氧宜高于 3 mg/L。

4.2.4 人群敏感区的水华应急控制应在蓝藻水华堆积区周边有城镇、重要景区等人群聚集区采取一定的控制措施，防止蓝藻堆积区臭味对周边人群造成影响，宜做到日聚日清。

4.2.5 生态敏感区的水华应急控制应防止水华发生区的水生植物、鱼类、大型底栖动物规模化死亡，水华蓝藻细胞密度宜 $< 3 \times 10^8$ 个/L，溶解氧宜 ≥ 3 mg/L，防止大面积湖泛发生。

4.2.6 其他区域宜依据具体水域功能，减缓危害。

4.3 设计原则

4.3.1 控制水华危害原则

蓝藻水华应急控制宜以防止或减缓蓝藻水华危害为主，包括：保障饮用水安全；保持旅游景点观赏环境愉悦，减缓蓝藻异味对周边人群影响；防止引发鱼类、大型底栖动物、水生植物规模化死亡。

4.3.2 分区分级控制原则

水体区域宜根据生态服务功能划分为饮用水源地、人群敏感区（包括重要景观区）和生态敏感区，并按照水华发生风险区等级和水华堆积区面积进行设计。

4.3.3 除藻效率优先原则

蓝藻水华应急控制宜以清除水华蓝藻生物量为优先考虑目标，合理设计设施的处理规模，优先选择生态安全的除藻能力高的技术。

4.3.4 防止二次污染原则

蓝藻水华应急控制宜优先选择环境友好型的辅助原料，合理设计使用量，避免造成二次污染；除藻过程中宜控制藻毒素、异味物质等向水体或空气中释放形成二次污染；产生的藻泥宜优先资源化利用。

4.3.5 技术经济可行原则

蓝藻水华应急控制在建设规模、技术选择、设施运行上宜充分考虑经济承担能力。在控制湖库蓝藻水华危害基础上，宜依据经济可承担能力适度提升蓝藻水华的控制水平，以改善水体生态环境。

4.4 实施流程

4.4.1 水华应急控制流程包括蓝藻水华调查分析、蓝藻水华控制分区设计、蓝藻水华控制技术要求、设施安装与调试，以及设施运行、维护与管理 5 个部分。蓝藻水华控制的实施流程见图 1。

4.4.2 蓝藻水华调查分析包括水华调查及风险区等级划分以及水华影响敏感区确定。

4.4.3 蓝藻水华控制分区设计包括饮用水源地设计、人群敏感区设计、生态敏感区设计及其他区域设计。

4.4.4 蓝藻水华控制技术要求包括蓝藻机械打捞处理技术要求和原位抑藻技术要求。

4.4.5 设施安装与调试包括蓝藻水华控制设施安装过程中的具体要求，以及设施安装后调试过程中的具体要求等。

4.4.6 设施运行、维护与管理主要包括监测预警和运行维护。

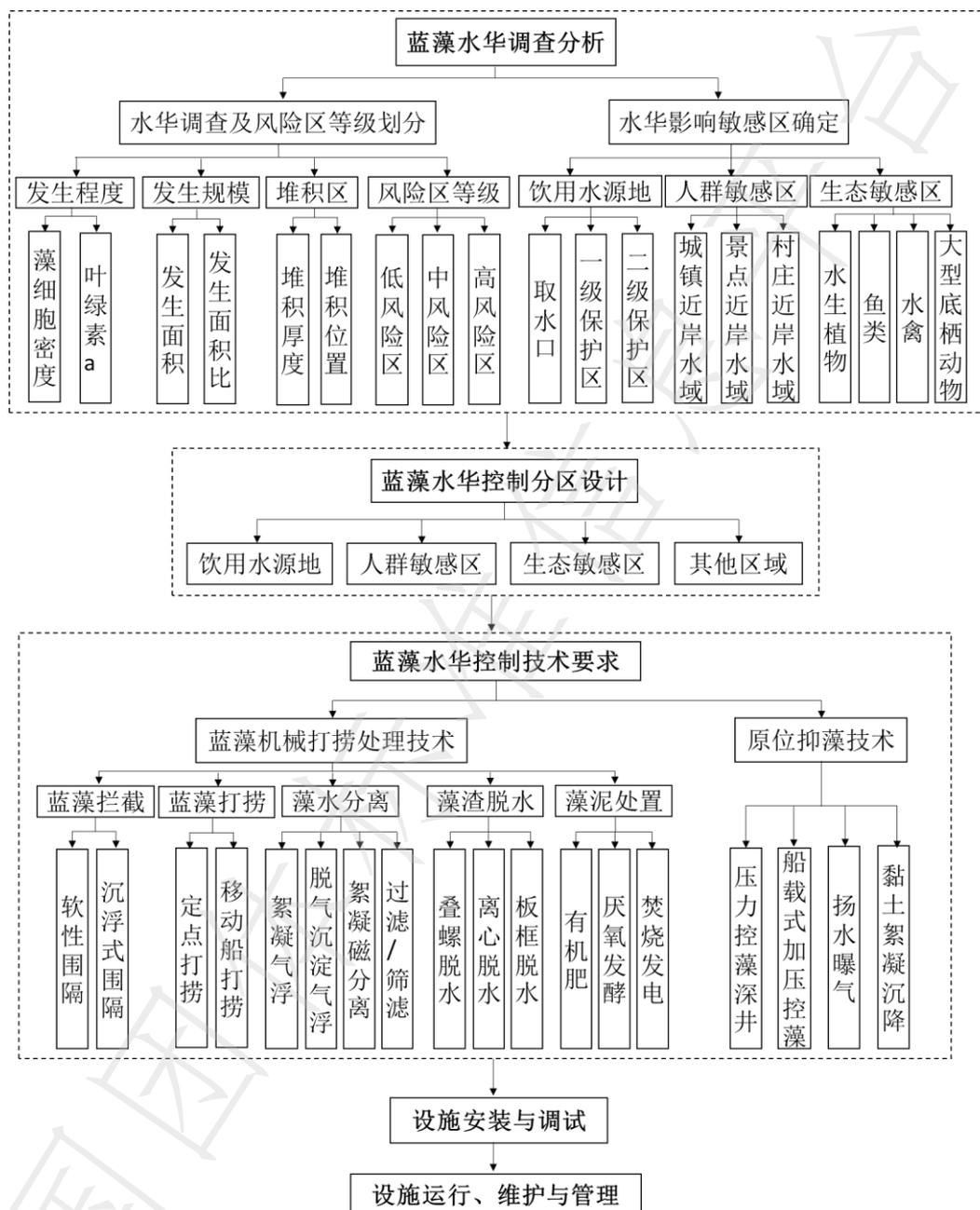


图1 蓝藻水华应急控制实施流程图

5 蓝藻水华调查分析

5.1 一般规定

5.1.1 湖库蓝藻水华调查应确定蓝藻水华发生风险区以及水华影响敏感区，为蓝藻水华应急控制工程的选址和规模设计提供基础。

5.1.2 蓝藻水华发生风险区调查包括发生程度、发生规模、发生风险区等级调查及水华堆积区调查。

蓝藻水华影响敏感区调查宜包括饮用水源地调查、人群敏感区调查及生态敏感区调查。

5.2 水华调查及风险区等级划分

5.2.1 水华发生程度调查

5.2.1.1 应确定蓝藻水华发生区的水华蓝藻优势种、蓝藻细胞密度或叶绿素 a。

5.2.1.2 叶绿素 a 及蓝藻细胞密度宜优先采用《水和废水监测分析方法（第四版）》^[1]中规定的丙酮萃取分光光度法和镜检法进行测定；为确保应急控制的时效性，也可采用与上述方法校正过的叶绿素荧光法进行测定。

5.2.2 水华发生规模调查

蓝藻水华发生面积宜按照 HJ1098 的遥感分析方法确定，或与 HJ1098 规定方法进行校核确定，依据测定结果计算发生面积占湖泊面积的百分比。

5.2.3 水华堆积区调查

宜调查水华堆积区的具体位置和堆积厚度。一般将堆积厚度超过 0.3 cm 以上的区域面积确定为水华堆积区面积。

5.2.4 水华风险区等级划分

5.2.4.1 对于有历史卫星遥感影像的湖库，宜利用遥感影像对蓝藻水华历史发生区进行叠加，获得蓝藻水华年发生频次图作为水华风险区等级划分的依据：

- a) 至少应分析 5 年以上的蓝藻水华卫星遥感影像资料，并且蓝藻水华有效反演次数应达到 20 次以上；富营养化水体宜增加反演次数。
- b) 将蓝藻水华年发生频次 < 3 次的区域确定为低风险区，在 [3, 10) 之间的确定为中风险区，≥ 10 次的确定为高风险区。

5.2.4.2 对于无历史卫星遥感影像的湖库，应以藻华期地面监测蓝藻藻量作为水华风险区等级划分的依据：

- a) 将水体表层（0 m~0.5 m）平均叶绿素 a 浓度 < 50 μg/L（或蓝藻细胞密度 < 5000 万个/L）的区域确定为低风险区；
- b) 水体表层（0 m~0.5 m）平均叶绿素 a 浓度在 [50, 80) μg/L 之间（或蓝藻细胞密度在 [5000, 20000) 万个/L 之间）的区域确定为中风险区；
- c) 水体表层（0 m~0.5 m）平均叶绿素 a 浓度 ≥ 80 μg/L（或蓝藻细胞密度 ≥ 20000 万个/L）的区域确定为高风险区。

5.2.4.3 宜将水华堆积区确定为高风险区。

5.3 水华影响敏感区确定

5.3.1 饮用水源地调查应依据当地饮用水源地保护区划分方案确定饮用水源地取水口位置，一级保护区、二级保护区范围。

5.3.2 人群敏感区调查宜调查水华发生区主导风向下风向 5 km 范围和其他风向 3 km 范围内的城镇、旅游景点或大范围连片村庄。

5.3.3 生态敏感区调查宜重点调查水生植物重要分布区、鱼类和水禽重要栖息地；若大型底栖动物是重要水生生物资源，也宜将大型底栖动物分布区纳入水华生态敏感区。

6 湖库蓝藻水华控制分区设计

6.1 一般规定

6.1.1 湖库蓝藻水华控制分区设计宜根据饮用水源地、人群敏感区及生态敏感区分别进行设计；在重叠的区域，宜以指标最高控制目标确定分区控制目标；应急能力不足时，宜优先开展饮用水源地蓝藻水华控制。

6.1.2 当水华可能造成较重的危害时，除机械控制外，可辅以人工打捞控制。

6.1.3 饮用水源地蓝藻水华应急控制宜考虑对藻毒素和异味物质的控制，防止二次污染。可采用环境友好型材料或防止藻细胞破裂释放藻毒素或异味物质的工艺。

6.2 饮用水源地设计

6.2.1 浅水型饮用水源地水华应急控制宜符合以下规定：

- a) 总体工艺宜以软性围隔导流与一体化除藻船打捞组合为主；
- b) 每个取水口外围 200 m~500 m 设置高效软性围隔，围隔深度可设置到接近水体底部，防止蓝藻水华进入，且不影响取水；围隔外围宜设置 1~2 艘处理能力 500 m³/h~1000 m³/h 以上的一体化除藻船；
- c) 一体化除藻船的藻水分离工艺宜优先选择集成度高的工艺，可选择筛滤除藻工艺、絮凝-磁分离除藻工艺和絮凝-气浮除藻工艺。筛滤除藻工艺可选择仿生式叠筛过滤、转鼓过滤、振筛过滤等工艺；
- d) 一体化除藻船的藻渣脱水可选择占地面积小、对船体稳定性影响小、二次污染较小的叠螺脱水和带式脱水工艺；
- e) 藻泥量较大时，宜对藻泥进行处置；藻泥处置宜在饮用水源地一级和二级保护区外进行。

6.2.2 深水型饮用水源地蓝藻水华应急控制宜符合以下规定：

- a) 应优先选择原位抑藻技术，宜重点考虑扬水曝气抑藻技术；
- b) 当水深大于 20 m 时，宜选用扬水曝气抑藻技术；
- c) 当水深在 10 m~20 m 之间，蓝藻水华发生区域为中风险区及低风险区时，宜优先选择原位抑藻技术，如扬水曝气抑藻技术等；
- d) 当水深在 10 m~20 m 之间，蓝藻水华发生区域为高风险区时，宜优先考虑软性围隔导流与一体化除藻船打捞组合工艺。围隔深度可依据优势藻类分布情况进行设置。一体化除藻船的藻水分离工艺、藻渣脱水工艺及藻泥处置工艺同 6.2.1。

6.3 人群敏感区设计

- 6.3.1 水华发生高风险区，或中风险区蓝藻水华发生面积在 5 km^2 以上的，或蓝藻水华堆积区面积超过 2 km^2 的，宜选择岸基式藻水分离站；堆积区沿岸距离超过 10 km 的，宜每 $5 \text{ km} \sim 10 \text{ km}$ 设置一个藻水分离站；每个藻水分离站的藻浆处理能力宜在 $5000 \text{ m}^3/\text{d}$ 以上。
- 6.3.2 在蓝藻水华发生面积大、堆积厚度薄、打捞效率低的开阔水域，宜采用压力控藻深井工艺。
- 6.3.3 中风险区蓝藻水华发生面积在 2 km^2 以下的，宜选择软性围隔导流与一体化除藻船打捞或藻水分离车组合工艺；低风险区蓝藻水华控制宜全湖库考虑，机动设置一体化除藻船。
- 6.3.4 岸基式藻水分离站宜位于湖库常年最大风向的下风向，并与人群敏感区保持一定防护距离。
- 6.3.5 蓝藻水华堆积区离岸基站距离 $2 \text{ km} \sim 10 \text{ km}$ 的，若藻浆通过管道输送，宜每 $1000 \text{ m} \sim 2000 \text{ m}$ 设置一个提升泵房；
- 6.3.6 岸基式藻水分离站宜选择絮凝-气浮工艺、脱气-沉淀-絮凝-气浮工艺和絮凝-磁分离工艺；絮凝-气浮工艺中的絮凝工艺可选择平流式絮凝或大通量旋流式絮凝。
- 6.3.7 蓝藻水华堆积区离岸距离 $> 2 \text{ km}$ 、水深 $> 1 \text{ m}$ 的，宜使用吃水深度 0.5 m 以上的一体化除藻船；水华堆积区离岸距离 $\leq 2 \text{ km}$ 、水深 $< 1 \text{ m}$ 的，宜使用吃水深度 $0.3 \text{ m} \sim 0.5 \text{ m}$ 的一体化除藻船。
- 6.3.8 一体化除藻船的藻水处理能力宜在 $300 \text{ m}^3/\text{h}$ 以上，藻水分离车的藻水处理能力宜在 $50 \text{ m}^3/\text{h}$ 以上。
- 6.3.9 一体化除藻船的藻水分离工艺同 6.2.1；藻水分离车的藻水分离工艺宜选择絮凝-气浮除藻工艺或过滤除藻工艺。

6.4 生态敏感区设计

- 6.4.1 水华发生区距离生态敏感区 $500 \text{ m} \sim 2000 \text{ m}$ 的，宜在生态敏感区外围 $200 \text{ m} \sim 500 \text{ m}$ 设置软性围隔防止水华进入。
- 6.4.2 水华发生区距离生态敏感区 500 m 以内的，宜在生态敏感区外围 $200 \text{ m} \sim 500 \text{ m}$ 设置软性围隔，围隔外围或围隔内部下风向设置一体化除藻船，每 km^2 藻水处理能力宜在 $300 \text{ m}^3/\text{h}$ 以上，一体化除藻船的藻水分离工艺同 6.2.1。
- 6.4.3 溶解氧偏低时，宜增加曝气、推流等增氧设施。
- 6.4.4 当水华发生区藻密度较小、区域生态功能要求不高时，可选择船载式加压控藻技术或黏土絮凝沉降控藻等原位抑藻技术。使用黏土絮凝沉降控藻技术时宜控制絮凝剂的用量，避免水体大范围浊度上升。

6.5 其他区域设计

宜视蓝藻水华的影响程度考虑是否进行应急控制，宜采用机动性良好的一体化除藻船或成本较低的控藻技术。

7 蓝藻水华控制技术要求

7.1 蓝藻机械打捞处理技术

7.1.1 蓝藻机械打捞处理技术设施可分为一体化除藻船、藻水分离车和岸基式藻水分离站。

7.1.2 蓝藻机械打捞处理技术通常包括蓝藻拦截、蓝藻打捞、藻水分离、藻渣脱水和藻泥处置 5 个技术单元，各技术单元的工艺类型详见附录 A。

7.1.3 蓝藻拦截单元设计宜符合以下要求：

- a) 宜设置软性围隔或沉浮式围隔对水华蓝藻进行拦截导流，软性围隔宜设置在下风向、成“V”字型或“弧”形、开口方向朝主导风向或与主导风向成一夹角（附录 B 图 B.1）；
- b) 围隔围挡深度参考水华蓝藻在水柱中的分布；在人群敏感区或生态敏感区，在静风条件下（ $< 3 \text{ m/s}$ ），拦截深度以上蓝藻量占水柱中总蓝藻量的比宜 $> 60\%$ ；在饮用水源地，拦截深度以上蓝藻量占水柱中总蓝藻量的比宜 $> 90\%$ ；
- c) 在人群敏感区及生态敏感区，当藻类分布深度未知时，若水华蓝藻优势种为微囊藻，围隔深度宜设置为 $1 \text{ m} \sim 2 \text{ m}$ ；若水华蓝藻优势种为丝状蓝藻，围隔深度宜设置为 $2 \text{ m} \sim 4 \text{ m}$ 。若在饮用水源地，围隔深度宜设置 $2 \text{ m} \sim 4 \text{ m}$ ；
- d) 围隔水面高度宜设置 $0.2 \text{ m} \sim 0.5 \text{ m}$ ，在风浪较大水域，宜适当加高；
- e) 围隔抗风浪等级宜在 8 级以上，在大风浪条件下，宜收起围隔，或采用可隐没式围隔。

7.1.4 蓝藻打捞单元设计宜符合以下要求：

- a) 蓝藻定点打捞宜采用涡井泵等可抽吸表层富藻水的设施，涡井吸藻结构示意图见附录 B 图 B.2，宜根据水面富集蓝藻堆积厚度不同调节取藻口距离水面的深度，调节范围宜在 $0.1 \text{ m} \sim 0.4 \text{ m}$ ；
- b) 一体化除藻船的水华蓝藻打捞宜采用抽吸泵方式。

7.1.5 藻水分离单元设计宜符合以下要求：

- a) 絮凝-气浮工艺的絮凝时间宜在 $2 \text{ min} \sim 5 \text{ min}$ 之间；气浮方式宜选择平流式气浮或大通量旋流式气浮；根据藻密度差异，一级气浮的溶气水回流比宜控制在 $20\% \sim 40\%$ ，二级气浮的溶气水回流比宜控制在 $15\% \sim 30\%$ ；絮凝-气浮工艺结构示意图见附录 B 图 B.3，絮凝-二级强化气浮工艺结构示意图见附录 B 图 B.4；
- b) 脱气-沉淀-絮凝-气浮工艺的脱气压力范围宜在 $0.5 \text{ MPa} \sim 0.7 \text{ MPa}$ 之间；脱气方式宜选择泵式压力脱气、罐式压力脱气、深井压力脱气等；絮凝时间宜在 $2 \text{ min} \sim 5 \text{ min}$ 之间；沉淀池的沉淀停留时间宜在 $0.5 \text{ h} \sim 3 \text{ h}$ 之间；气浮表面负荷宜在 $2 \text{ m}^3/\text{m}^2 \text{ h} \sim 5 \text{ m}^3/\text{m}^2 \text{ h}$ 之间；脱气-沉淀-絮凝-气浮工艺结构示意图见附录 B 图 B.5；
- c) 大通量旋流式絮凝-气浮工艺的絮凝时间宜在 $3 \text{ min} \sim 10 \text{ min}$ ；气浮表面负荷宜在 $4 \text{ m}^3/\text{m}^2 \text{ h} \sim 6 \text{ m}^3/\text{m}^2 \text{ h}$ ；大通量旋流式絮凝-气浮工艺结构示意图见附录 B 图 B.6；
- d) 絮凝-磁分离工艺的藻水分离（絮凝+磁分离）时间宜在 $3 \text{ min} \sim 5 \text{ min}$ ；磁种回收率宜控制在 75% 以上；
- e) 絮凝剂种类宜选择聚合氯化铝（PAC）、聚丙烯酰胺（PAM）、聚合硫酸铝（PAS）、聚合氯化铁（PFC）等环境友好型絮凝剂；
- f) 仿生式叠筛过滤工艺的斜筛最佳数量宜 > 40 张；单筛过滤能力宜不小于 $20 \text{ m}^3/\text{m}^2/\text{h}$ ；振筛最佳振动频率宜在 $1 \sim 10$ 次/s；仿生式叠筛过滤器结构示意图见附录 B 图 B.7；

- g) 转鼓过滤工艺的转鼓孔径宜 $< 30\ \mu\text{m}$;
- h) 履带式过滤工艺的不锈钢筛网孔径宜 $< 100\ \mu\text{m}$ 。

7.1.6 藻渣脱水单元设计宜符合以下要求:

- a) 藻渣脱水工艺宜设置除臭措施;
- b) 叠螺脱水工艺的叠螺环片孔径宜在 $200\ \mu\text{m}\sim 500\ \mu\text{m}$ 之间;
- c) 离心脱水工艺的离心力宜在 $2280\ \text{G}\sim 4080\ \text{G}$ 之间;
- d) 板框脱水工艺的板框工作压力宜 $> 2.0\ \text{MPa}$; 板框脱水工艺结构示意图见附录 B 图 B.8;

7.1.7 藻泥处置单元设计宜符合以下要求:

- a) 藻泥处置工艺宜设置除臭措施;
- b) 藻泥应进行资源化利用或无害化处置。宜优先考虑藻泥的资源化利用, 如制造有机肥、厌氧发酵沼气发电及焚烧发电等; 用于堆肥或焚烧发电的, 藻泥宜经过深度脱水使其含水率 $\leq 60\%$ 。

7.2 原位抑藻技术

7.2.1 压力控藻深井技术的压力应根据蓝藻伪空胞的临界破裂压力确定。压力控制范围宜在 $0.5\ \text{MPa}\sim 0.7\ \text{MPa}$ 之间; 藻水处理能力宜 $> 3000\ \text{m}^3/\text{h}$; 压力控藻深井技术结构示意图见附录 B 图 B.9。

7.2.2 船载式加压控藻技术的压力范围宜在 $0.5\ \text{MPa}\sim 0.7\ \text{MPa}$ 之间; 藻水处理能力宜 $> 200\ \text{m}^3/\text{h}$ 。

7.2.3 深水型湖库的蓝藻水华控制采用扬水曝气抑藻技术时, 曝气量宜控制在 $6\ \text{m}^3/(\text{km}^2\cdot\text{min})\sim 12\ \text{m}^3/(\text{km}^2\cdot\text{min})$ 之间。

8 设施安装与调试

8.1 设施安装

8.1.1 施工安装单位应具备相应施工资质, 应按设计图纸技术要求施工, 安装工程质量应符合 GB50205 相关规定要求。

8.1.2 管道安装应符合 GB50235 的相关规定要求。

8.1.3 仪器、仪表安装应符合 GB50093 的相关规定要求。

8.1.4 电控柜安装应符合 GB/T3797 的相关规定要求。

8.2 设施调试

8.2.1 启动调试前应彻底清除池体、管道、相关设备内杂质与污物。

8.2.2 池体启用前应按技术要求进行满水试验, 并观察池体周围有无漏点。

8.2.3 系统内所有设备单机调试完成后, 方可启动正式调试工作。

8.2.4 系统连续调试运行 $24\ \text{h}\sim 48\ \text{h}$, 并记录进出水情况、去除效率、处理量等相关运行参数, 当调试

运行参数与设计参数相符，即表示调试工作完成。

9 设施运行、维护与管理

9.1 一般要求

9.1.1 水华预警期前一个月为备用期，设备宜保持备用状态，确保水华控制设施运行期间正常功能的发挥；运行期应明确设施运行维护的管理机制、运行操作规程、安全生产规程等；设备停机期，宜对相关设备进行维修保养。

9.1.2 宜根据水华发生发展情况及时机动调度，充分发挥蓝藻打捞控制能力。

9.2 监测预警

9.2.1 水华应急控制技术实施前，宜根据卫星遥感、地面监测等措施获得水华监测数据并参考历年遥感监测数据，对水华控制区及其相关水域的蓝藻情况进行监测预警，并对蓝藻水华暴发风险进行预测诊断，确定水华控制技术的实施区域及规模。

9.2.2 蓝藻水华应急控制期间应加强蓝藻水华的监测预警及预测诊断，及时调整蓝藻水华应急控制方案。

9.3 运行维护

9.3.1 宜定期检查水华蓝藻围隔导流设施。检查围隔的固定桩是否稳定，抗风浪拦截裙布、浮体以及导流设施是否有损坏，及时对破损的结构进行修复或重新制作安装。

9.3.2 宜对蓝藻水华控制的主体设施或核心部件进行定期检查维护，发现损坏及时进行修补。

9.3.3 蓝藻水华应急控制区宜划定基本的防护区域，并设置标志牌，防止人为活动影响。

9.3.4 宜开展水华控制效果的日常监测，分析蓝藻水华控制效果，判断结果的正确性及异常性，如遇异常情况及时采取应对措施；对于饮用水源地水华控制，考虑到水华控制的时效性，宜依据实际情况开展加密监测。

9.3.5 若蓝藻水华控制设施遇突发洪涝灾害等极端情况，应对设施的损坏程度进行检验，并经修复、检验合格后方可重新投入使用。

9.3.6 蓝藻水华控制技术实施过程中，应采取一定的防护措施确保设备及工作人员人身安全。

附录 A

(资料性)

蓝藻机械打捞处理技术单元工艺类型

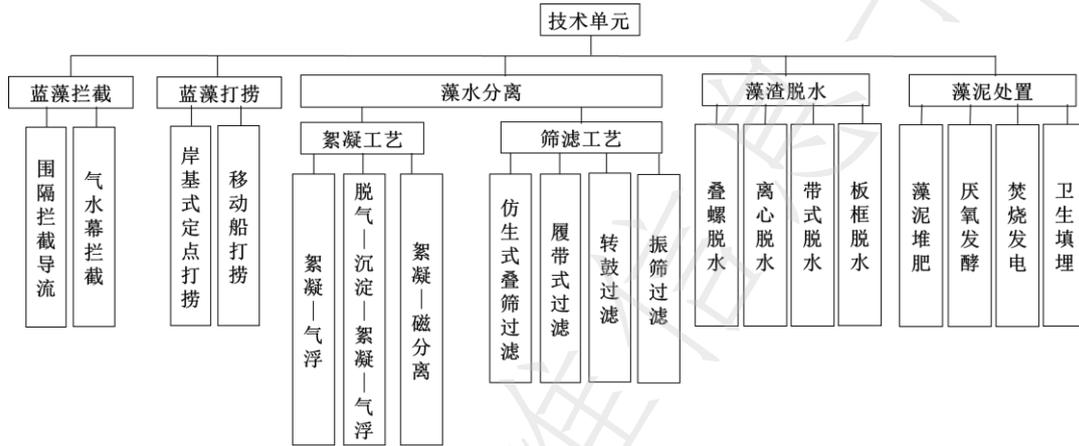


图 A.1 蓝藻机械打捞处理技术工艺单元分类

附录 B

(资料性)

蓝藻水华控制技术相关示意图

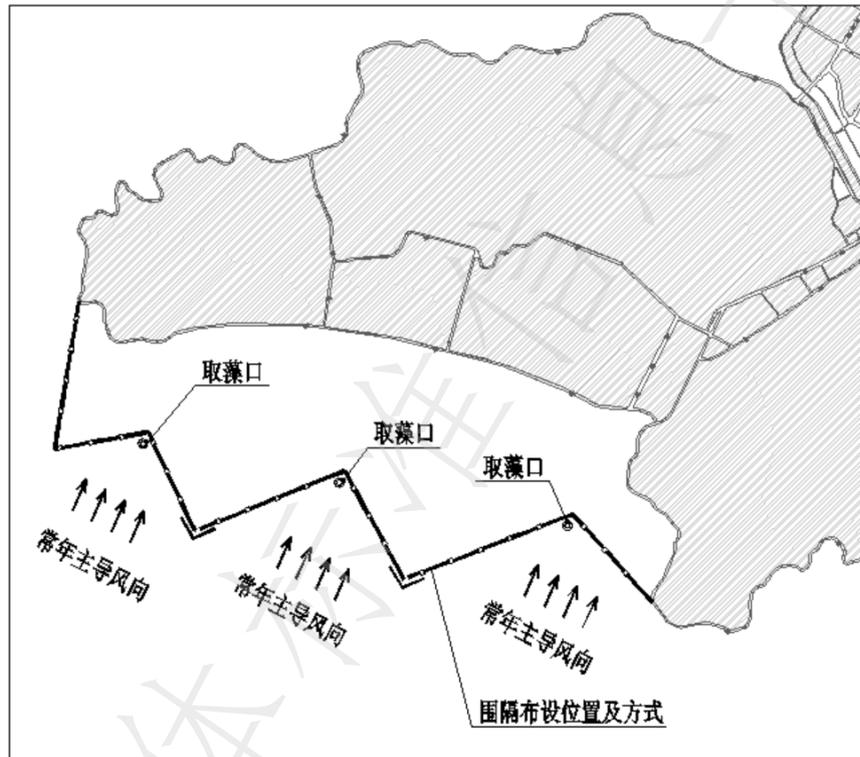


图 B.1 围隔布设位置

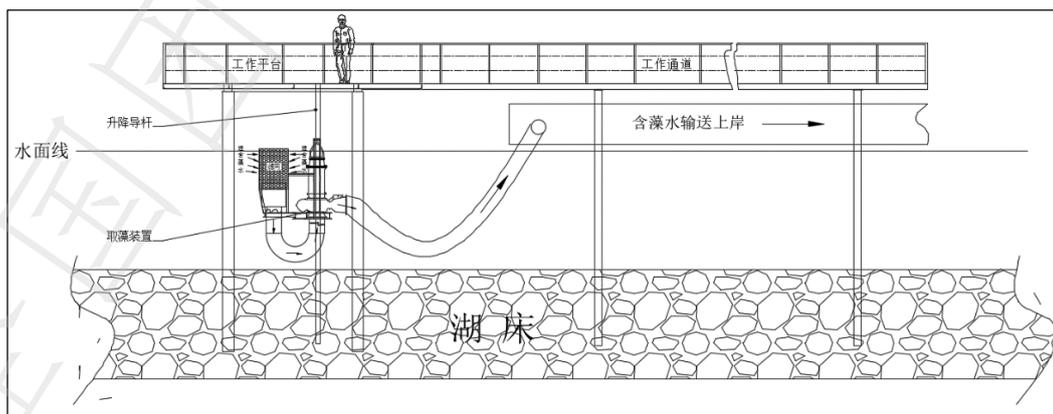


图 B.2 涡井吸藻结构示意图

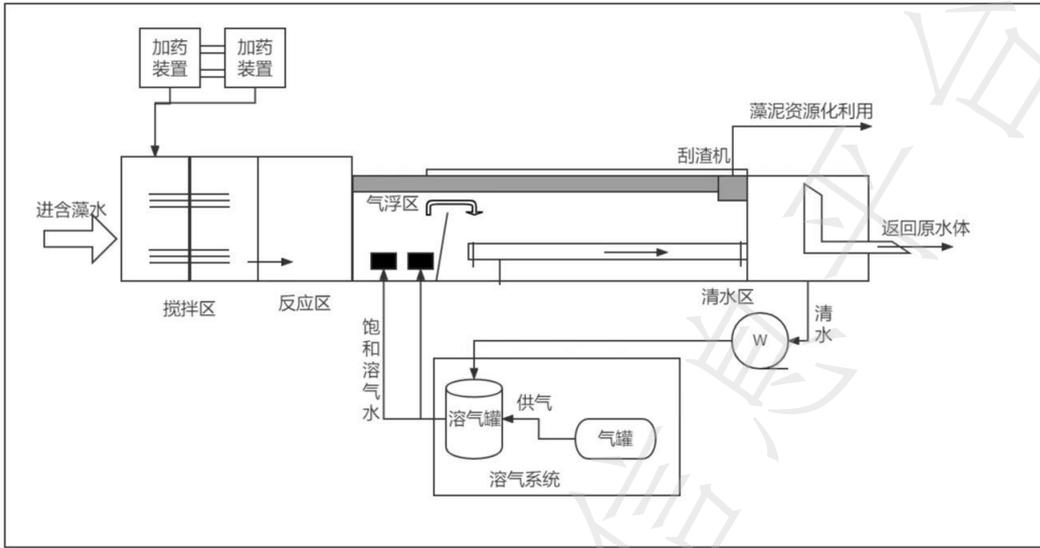


图 B.3 絮凝-气浮工艺结构示意图

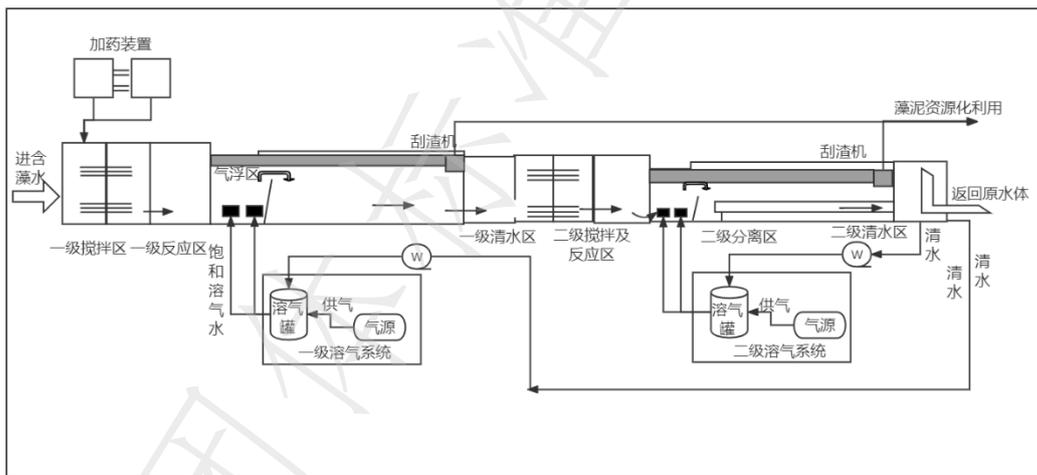


图 B.4 絮凝-二级强化气浮工艺结构示意图

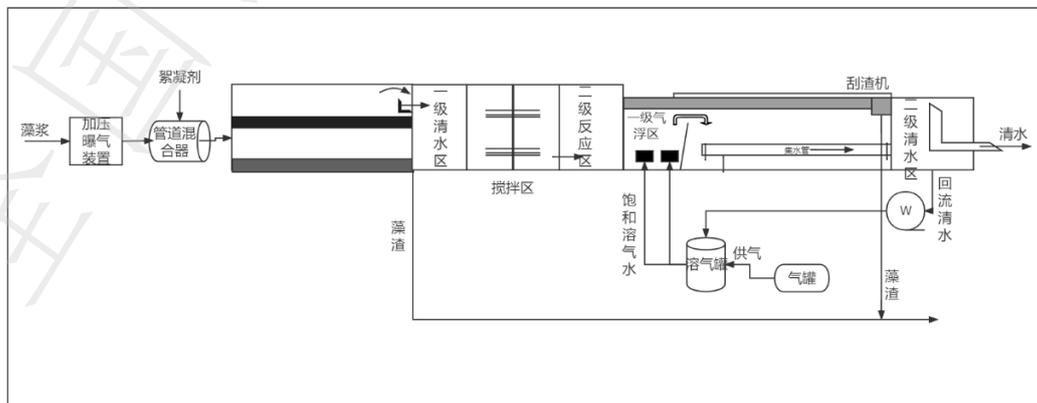


图 B.5 脱气-沉淀-絮凝-气浮工艺结构示意图

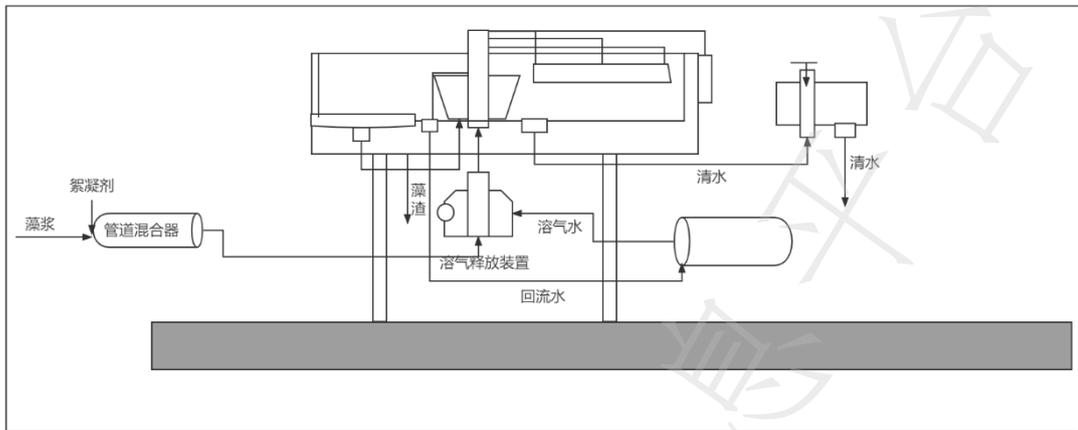


图 B.6 大通量旋流式絮凝-气浮工艺结构示意图

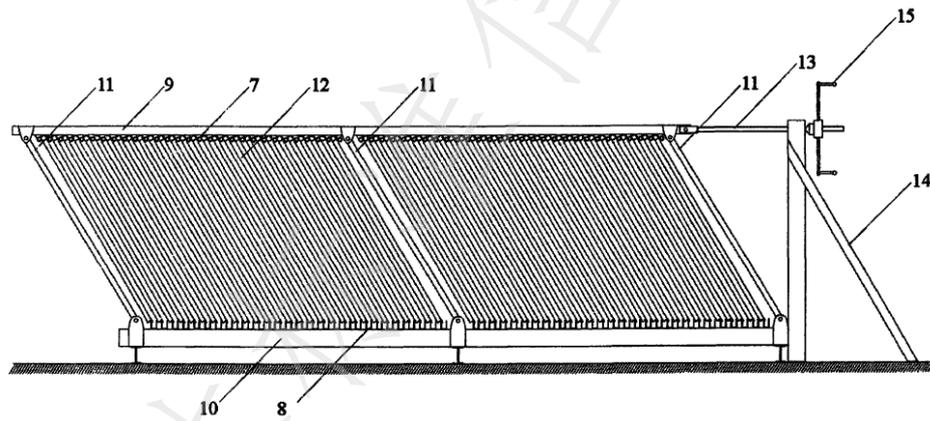


图 B.7 仿生式叠筛过滤器结构示意图

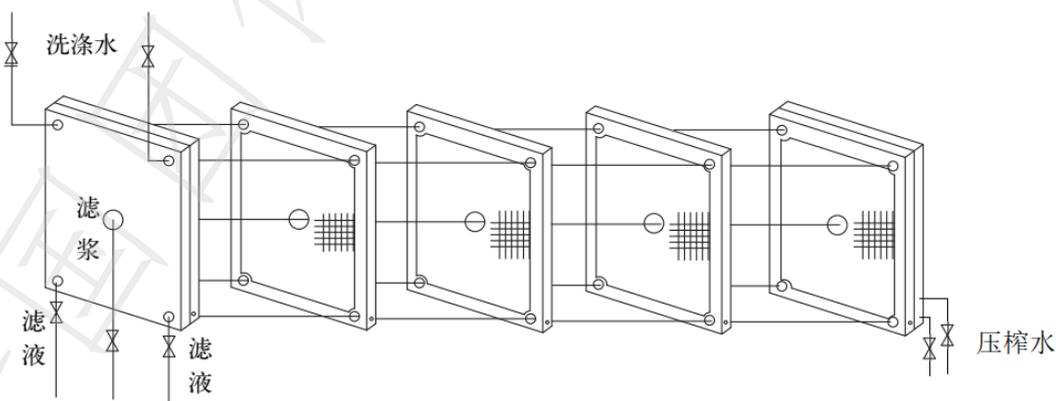


图 B.8 板框脱水工艺结构示意图

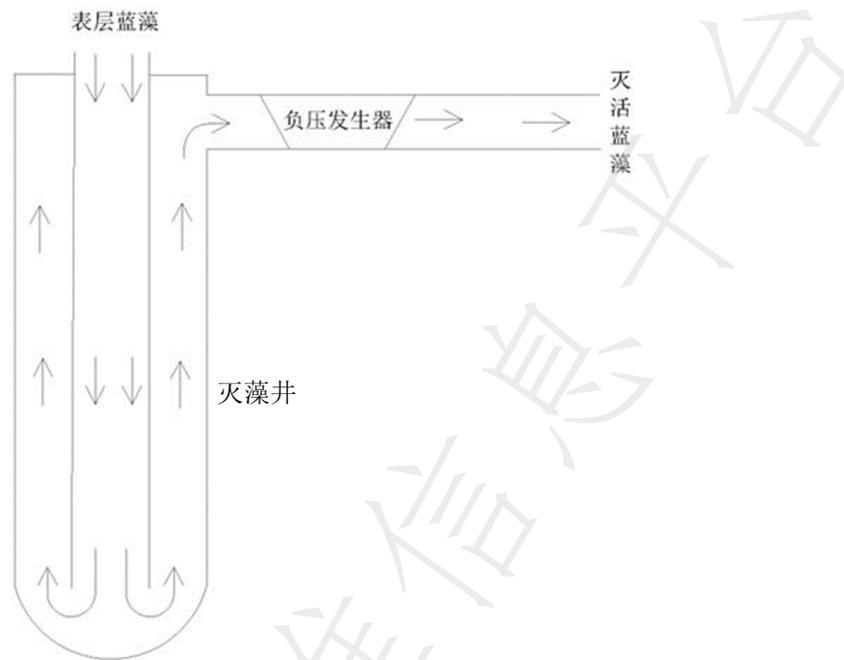


图 B.9 压力控藻深井技术结构示意图

参 考 文 献

- [1] 国家环境保护总局《水和废水监测分析方法》编委会. 水和废水监测分析方法（第四版）[M] (ISBN 7-80163-400-4). 中国环境科学出版社，2002.
-

全国团体标准信息平台