

河流健康概念及诊断指标体系的构建

杨文慧 杨 宇

(淮海大学水利水电学院 , 江苏 南京 210098)

摘要 通过对现有河流健康定义的分析 , 提出了一个以河流系统为定义主体的河流健康概念 , 分析了河流健康评价的内容 , 并初步建立了河流健康的诊断指标体系。

关键词 河流健康 ; 指标体系 ; 河流系统

中图分类号 : X824 文献标识码 : A 文章编号 : 1004-693X(2006)06-0028-03

Concept and assessment indicator system of river health

YANG Wen-hui , YANG Yu

(College of Water Conservancy and Hydropower Engineering , Hohai University , Nanjing 210098 , China)

Abstract Based on the existing concept of river health , a new definition of river health on river system was put forward . The contents of river health assessment were analyzed and the indicator system of river health was established .

Key words river health ; indicator system ; river system

河流是地球生命的支持系统。人类长期以来对河流不合理的开发利用导致了河流生态的严重退化 , 并影响到了河流的各项服务功能。为维持河流资源的可持续利用 , 保证人类社会的可持续发展 , 河流健康的研究日渐受到了重视 , 但相关理论还处于一个探索阶段。就概念方面 , 目前还没有一个为人们所广泛接受的定义 , 评价内容也多限于对生态的评价 , 不能全面揭示河流管理中面临的各种健康问题。本文以河流系统为研究对象 , 给出一个新的河流健康定义 , 并在此定义基础上 , 建立了河流健康的评价指标体系。

1 河流健康的定义

1.1 研究现状

20 世纪 80 年代以后 , 对人类生存环境和资源问题的关注 , 推动了生态系统健康理念的形成和发展 , 对河流水生生物和生态系统的强调 , 促使了河流健康概念的产生^[1-3]。现有的河流健康(河流生态系统健康)定义可归于三类 : ①生态系统健康概念在河流上的应用 , 文献[4]属于这一类定义 ; ②针对河流

生态系统特点提出的只强调河流生态健康的河流健康定义 , 如 Schofield^[5]提出了河流健康是与同一类型没有受到破坏的河流的相似程度 , 尤其是在生物多样性和生态功能方面 ; ③针对河流生态系统并考虑人类价值的河流健康定义 , 澳大利亚的河流健康委员会认为 , 与环境、社会和经济特征相适应 , 能够支撑社会所希望的河流生态系统、经济行为和社会功能的河流为健康的河流^[6]。以上三类定义都以河流生态系统作为定义主体。

我国近期河流管理中面临着许多的健康问题 , 包括断流、河床枯萎、悬河、水环境恶化等 , 针对我国的具体情况 , 以黄河治理为重点 , 水利工作者们提出了维持河流健康生命、河流生命和维持黄河健康生命等概念。李国英^[6]指出了维持黄河健康生命就是要维护黄河的生命功能。蔡其华^[7]阐述了健康长江的内涵。这些定义是以河流作为定义主体 , 强调河流生命的健康及河流功能的健康。

1.2 定义主体和内容的确定

河流健康概念的提出在于为河流管理提供一种衡量工具 , 因此 , 一个实用有效的河流健康定义应该

满足河流管理的需要。从这一点考虑,现有的河流健康(生命)定义都有其不足之处。以生态系统作为定义主体首先在空间范围不明确,河流生态系统包括了气候因子、地形因子、生物因子等多种组分,在空间上没有一个明确的研究范围,不符合人们的思维习惯。另外,河流生态系统是以生物为主体的,是顺应生态保护提出的一个概念,而在对河流健康的研究中,目前的趋势已越来越倾向于考虑河流对人类的服务功能,河流对人类服务功能的主体主要是河流本身。再者,从河流健康问题产生的顺序看,对河流的损害是引起河流生物锐减、各项功能退化的原因,以河流作为管理对象要比河流生态系统更合适。而从维持河流健康考虑,对河流的管理应针对整个河流系统,非单一的河流。河流众多的支流和干流组成了一个完整的水系,在河床演变、水质和维持水生生物正常的生存繁衍等方面有密切的联系,共同发挥作用。单一河流的管理和修复,很难达到维护河流健康的目的,因此,对河流的管理以一个完整的河流系统作为管理单元相对较合适。这样河流的健康应该是河流系统的健康。这里的河流系统是河流管理中一个完整的单元,包括河流的水系结构和人类为生存安全和开发利用水资源而采取的必要的工程系统,其中水系结构在组成上包括河流源头、湿地以及众多不同级别的干流和支流。

河流在自然环境和社会环境中都扮演着重要的角色,河流的功能是维持自然环境正常演替的必要条件之一,河流的资源是社会经济发展不可缺少的条件。综合现有的关于河流健康和河流健康生命的研究内容,河流健康的研究应该包括①河床演变;②河流的自然生态环境功能;③河流的社会服务功能。这三个方面相互联系,相互影响,组成了河流健康研究的全部内容。

1.3 河流健康的定义

以河流系统为研究对象,本文给定的河流健康定义是:河流系统所具有的结构和各项功能都处于良好状态,即河流可保持合理的结构状态,可正常发挥其在自然生态环境演替中的各项功能和社会服务功能,包括为水生生物提供良好的生存环境,满足在现有社会发展水平之下社会经济发展对河流资源的合理需求,由此能保证河流可持续开发利用目标的实现。

所谓河流保持合理的结构状态是指河流在结构上是稳定的,并有利于保持河流长期的自然流动性。只有在河流结构合理的基础上,河流的各项功能才能正常发挥,因此,河流保持合理的结构状态是河流健康的基本特征。河流是组成自然环境的一部分,健康的河流应能正常发挥它在自然环境演替中的各

项功能,包括为河流中的水生生物提供适宜的生存环境,维持自然界正常的物质循环和能量输送功能。河流的自然生态环境功能也是创造人类适宜的生存环境的基础,河流对生态环境的影响都会直接或间接地影响到人类社会的存在和发展。开发河流的过程中,如能保持河流合理的结构状态和自然生态环境功能,就能保证河流资源的可持续利用。河流健康是社会经济发展的保障条件之一。在社会环境中,河流具有供水、航运、景观、纳污、水产养殖等多项功能。人类研究河流健康的最终目的也是使河流更好地服务于人类社会发展的需要。但同时河流资源是有限的,不能无限制地满足人类的需求,健康的河流应该能满足人类社会经济发展的“合理需求”。为维持河流的健康,对河流的管理需要处理好河流的保护和开发利用之间的矛盾。

2 河流健康诊断指标体系的建立

河流健康诊断的实质在于对河流系统在某一时间的状态进行诊断,评价河流系统在满足人类社会需求的同时,是否能维持正常的演变和生态环境功能,从而为河流管理者提供决策依据。河流健康诊断指标体系的建立是河流健康评价的基础,它决定了资料的收集、评价方法的选取及评价模型的形式。

2.1 选取指标的原则

河流健康诊断指标体系的确定遵循以下原则:

a. 目的性。根据河流健康评价的目的选取指标,保证评价结果能满足评价要求。

b. 科学性。指标的设置和指标的结构必须科学合理,能较客观地、真实地反映河流的变化规律,度量其基本特征,逻辑结构严密。

c. 可操作性。指标要概念明确,易于测量,易于取得数据,便于统计和计算,便于非专业人员的使用,并且尽量与现有的管理方面的指标相一致,能为有关部门所接受。

d. 综合性。选择指标时要对影响河流健康的各方面的因素给予充分的考虑,尽量选择有代表性的综合指标,保证评价的全面性。

e. 代表性。对指标要适当取舍,使每个指标能从不同的侧面度量河流健康的特征。

2.2 指标体系的建立

2.2.1 河流健康诊断指标体系的框架

河流健康表现为河流结构状态、生态环境功能和社会服务功能三方面的健康,任一组成部分的不健康都不能称之为健康的河流。用于判断河流健康状态的指标体系应能从这三个不同的方面反映河流的健康状态,因此建立的河流健康诊断指标体系可

形成如图 1 所示的层次结构体系。河流健康综合指数作为总目标层,反映河流整体的健康状态。准则层包括三部分内容:①河流结构健康指数反映河流结构的健康程度;②生态环境功能健康指数反映河流自然生态环境功能的健康程度;③社会服务功能健康指数反映河流对人类社会的服务功能的健康程度。指标层由可直接度量的指标构成。

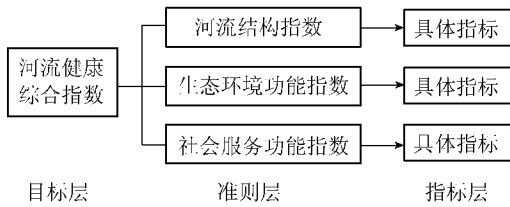


图 1 河流健康诊断指标体系的结构框架

2.2.2 河流的结构评价指标

河流的结构评价指标用于评价河流的结构状态,具体反映河流主槽的过流能力、河流结构的稳定性,这是河流各项功能正常发挥的基础。河流主槽的过流能力可由平滩流量的大小反映。河流结构的稳定性与来水来沙条件有关,反映在河流的冲淤状态、平面形态的变化和纵横向稳定性等方面。河流结构评价的具体指标见表 1。

表 1 结构评价指标

指标层	含义
平滩流量	河道主槽的过流能力
来沙系数	年平均含沙量/年平均流量
河床冲淤状态	用河槽容积的变化率表示
宽深比	河床的横断面形态
蜿蜒度	河床的平面形态
河床纵向稳定系数	以洛赫金数表示
河床横向稳定系数	枯水河槽宽度/平滩河宽
主槽摆动强度	以洪峰期间出现的累积摆动距离与洪峰历时的比值表示

2.2.3 河流的生态环境功能评价指标

河流的生态环境功能指标用于评价河流的自然生态环境功能状态,可从河流的水文、水质、河流的地形地貌及生物状态等方面反映。生态环境需水量满足程度用于表征水量状态及与社会功能之间的协调程度,水质指标用于反映河流的水质状态,需根据具体情况选择代表性的指标。景观多样性指数、生境面积破碎化指数、河流连续性反映河流的地形地貌状态,而物种多样性指数、物种均匀度指数、物种优势度指数三个指标反映生物状态。具体指标见表 2。

2.2.4 河流的社会服务功能评价指标

河流的社会服务功能包括了防洪、供水、纳污、航运、发电、景观等。水库调节系数和堤防能力指数表征河流的防洪能力,河流水资源控制率表征河流

表 2 生态环境功能评价指标

指标层	含义
生态环境需水量满足程度	判断河流的生态环境需水量是否得到满足
水质	用各水质参数评价代表值比照该参数水质评价标准值确定
景观多样性指数	景观类型的数量及其所占比例
生境面积破碎化指数	景观被分割的破碎程度
河流连续性	定性指标,判断河流在纵向、横向、垂向的连续性
物种多样性指数	用 Shannon-Wiener 多样性指数
物种均匀度指数	多样性/最大多样性
物种优势度指数	优势度用于表明群落中占统治地位的物种及其分布

的供水能力,污径比和污水处理率表征河流的纳污能力及纳污的合理程度,通航保证率、水能资源开发率和景观指标分别用于评价河流的航运、发电和景观功能状态。具体指标见表 3。

表 3 社会服务功能评价指标

指标层	含义
河流水资源控制率	蓄水工程供水量/多年平均流量
水库调节系数	防洪库容/(50 年一遇或百年一遇)水平年的汛期径流总量
堤防能力指数	现状堤防的防洪能力
污径比	污水排放量/多年平均流量
污水处理率	污水处理量/污水排放量
通航保证率	一年内能够通航的天数/全年天数
水能资源开发率	已开发的水能资源装机容量/可能的装机容量
景观	定性指标

3 结论

河流健康包括了河流结构和功能的健康,即河流可保持合理的结构状态、正常的生态环境功能和社会服务功能。以河流系统为研究对象定义河流健康概念,可揭示河流健康的全部内容。根据本文中的河流健康新定义,河流健康评价内容包括河流结构状态、河流的生态环境功能和社会服务功能三部分内容,依据指标选取原则,建立的河流健康诊断指标体系是一个多项目、多层次的递阶结构体系。指标体系的建立可为河流健康综合评价工作奠定基础。根据指标体系的特点,可利用模糊综合评价法、层次分析法等综合评价方法建立河流健康的诊断模型,实现对河流健康诊断的目的。

参考文献:

- [1] NORRIS R H, THOMS M C. What is river health[J]. *Freshwater Biology*, 1999, 41: 197-207.
- [2] KARR J R. Defining and measuring river health[J]. *Freshwater Biology*, 1999, 41: 221-234. (下转第 63 页)

和作业污水,并且其中含有大量的浮油和乳化油。本处理工艺流程采用油田常用的斜板沉降罐和气浮机作为预处理手段,能有效地去除污水中的浮油和乳化油,既保证了外排水中的油含量达标,又可避免后续处理系统受到冲击,为整套工艺的稳定运行提供了保证。

b. 以水解酸化工艺提高污水的可生化性。油田外排污水中的有机物主要以大分子复杂有机物为主,如直接采用好氧生化处理则其可生化性差。本处理工艺流程中以厌氧生化处理的水解酸化阶段为处理手段,依靠水解产酸菌的作用,将大分子复杂有机物转化为小分子简单有机物,以利于后续的好氧生化处理。采用水解酸化工艺提高污水的可生化性,较采用厌氧工艺具有以下优点:①不需要密闭的构筑物或反应器,不用进行气、水、固三相分离,降低了工程造价和便于运行维护。②采用水解酸化工艺可降低污水在该处理单元的停留时间,有利于提高处理效率和降低反应器容积。③由于反应控制在厌氧反应的第二阶段完成前,故出水无厌氧发酵的不良气味,改善了工作环境。

c. 以处理效率高、适应范围广的好氧处理工艺作为有机污染物处理的核心工艺。好氧生化处理工艺作为有机污染物的一种处理工艺,具有处理效率高、适应范围广、运行操作简单等优点,广泛应用于各行业的有机污水处理。针对油田外排水水量大、水质成份复杂、波动范围大的特点,采用水解酸化提高其可生化性后,以好氧生化处理工艺作为核心处理,能够有效地适应外排污水水质的变化。

d. 好氧处理工艺采用曝气生物滤罐工艺。曝气生物滤罐是20世纪80年代末90年代初在普通生物滤池的基础上,借鉴给水滤池工艺而开发的污水处理新工艺。它可以看成是生物接触氧化法的一种特殊形式。

曝气生物滤罐采用的是生物膜法的好氧处理方法。因此不存在污泥膨胀问题,可以维持较高的污

泥龄,并且生物相丰富,具有较高的生物量,对毒性物质和冲击负荷具有较强的抵抗性,能够适应采油污水的水质波动。同时,曝气生物滤罐较其它好氧处理工艺还具有水力负荷大,水力停留时间短,能耗及运行成本低等优点。

曝气生物滤罐采用内装填料的处理工艺,填料除了提供微生物的生长空间外,还可对污水中的悬浮物起到截留的作用。因此,曝气生物滤罐兼有生物氧化和过滤的双重功能,节省了后续的二次沉淀池,在保证处理效果的前提下使处理工艺简化。

此工艺流程简单,土建占地面积小,投资低。该工艺无初沉池,二沉池及规模较大的回流污泥泵站,同时采用组合式模块结构,布置紧凑,占地少,分期建设和扩建方便。

e. 曝气生物滤罐产生的剩余污泥(主要是老化脱落的生物膜),随反洗排水一同排至水解酸化罐。这种处理流程既解决了剩余污泥的去处,又降低了工程造价,同时还有利于水解酸化罐中污泥的更新。

5 结 语

a. 目前,油田污水处理所普遍使用的处理工艺流程已不能适应污水达标外排的需求,在加强技术改造,提高管理水平,保证污水处理设备运转正常、加药正常的同时,应结合生产实际,把多种处理技术有机的结合起来,并在此技术上研究开发切实可行的采油污水达标外排处理工艺。

b. 物化-生化处理技术应是采油污水达标外排处理的首选技术。

c. 在应用生化处理工艺时,还要根据实际的污水水质做好污泥驯化及调整好装置的运行参数、调整好预处理的运行效果,以保证生化系统进水要求和装置出水水质达标。在有条件的状况下,还应做好优势菌种的培养和应用。

(收稿日期 2005-03-10 编辑 舒 建)

(上接第30页)

[3] BOULTON A J. An overview of river health assessment: philosophies practice problems and prognosis[J]. Freshwater Biology, 1999, 41: 469-479.

[4] 吴阿娜, 杨凯, 车越, 等. 河流健康状况的表征及其评价[J]. 水科学进展, 2005, 16(4): 602-608.

[5] SCHOFIELD N J, DAVIES P E. Measuring the health of our

rivers[J]. Water, 1996, 5/6: 39-43.

[6] 李国英. 黄河治理的终极目标是“维持黄河健康生命”[J]. 人民黄河, 2004, 26(1): 1-3.

[7] 蔡其华. 维护健康长江 促进人水和谐——摘自蔡其华同志2005年长江水利委员会工作报告[J]. 人民长江, 2005, 36(3): 1-3.

(收稿日期 2005-10-17 编辑 舒 建)