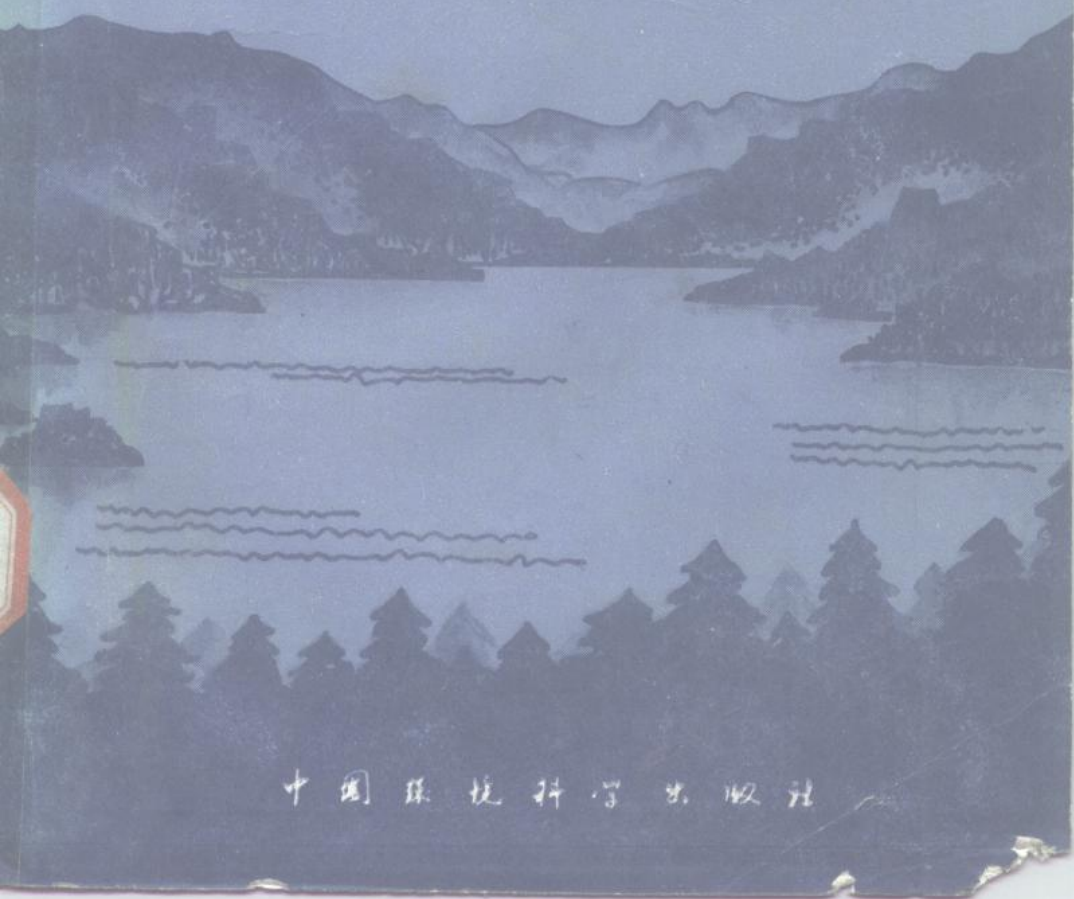


水环境指标

〔日〕合田 健 编著



中国环境科学出版社

X-651

H 35

334269

水 环 境 指 标

〔日〕合田 健 编著

全 浩 王士盛 王淑芬 杭世璠 译

全 浩 校

中国环境科学出版社

1989

水環境指標

合田 健 編著

思考社 1979年7月26日第1版發行

水环境指标

〔日〕合田 健 編著

全 浩 王士盛 王淑芬 杭世珪 译

全 浩 校

责任编辑 杨吉林

•
中国环境科学出版社出版

北京崇文区东兴隆街69号

河北省香河县印刷厂印刷

新华书店总店科技发行所发行 各地新华书店经售

1989年4月第一版 开本 850×1168 1/32

1989年4月第一次印刷 印张 14 3/4

印数 1—5 000 字数 393千字

ISBN 7-80010-086-3/X·087

定价：5.00元

内 容 简 介

本书比较系统地介绍了目前世界各国普遍使用的各种水环境指标和水文气象指标,并结合饮用水、河水、湖水、海水、工业废水、城市污水和处理出水等各种水体的使用目的和水质标准详细地说明了各种水环境指标的定义、使用范围、测定方法以及在水质管理中的实际意义。

书中叙述了用热力学熵、信息熵、DI(多样性指数)、AGP(藻类生产的潜在能力)、TSI(富营养化指数)、UVW(效用性指数)等指标来评价水质的新方法和具体实例,因而使读者不仅可以获得关于水环境指标的系统知识,而且可以掌握评价水质、管理水环境的基本方法。

本书可供环境保护、水文气象、给水排水、市政设计、水资源管理等方面技术人员以及有关大专院校师生参考。

译者的话

近几年来,各国环境科学工作者对环境管理问题表现出前所未有的关心,而且从各个不同的侧面探讨能够反映环境质量的环境指标以及利用这些指标来管理环境的方法。不少科学家为了使环境管理和现代化社会生产一样,实现指标化、数量化和科学化,提出了一些新观点和新指标。我们认为,其中有的观点和指标在提高整个社会的环境意识和环境管理水平、普及环境科学的基础知识方面值得我们学习和借鉴。所以,为了适应我国环境管理和环境科学发展的需要,我们把日本京都大学教授、日本环境厅国立公害研究所水质土壤研究部部长合田健先生编著的“水环境指标”一书译成中文。

这本书比较全面地收集整理了迄今为止世界各国普遍使用的各种水环境指标,并对它进行了系统化和数量化,使水环境指标形成了一个体系。与此同时,在书中还提出了用热力学熵和信息熵以及效用指数来评价水质的新观点和新指标,这对我国有关方面的科学及技术人员有一定的参考价值。

本书分别由全浩(第一章、第二章一部分)、王淑芬(第二章一部分、第六章及附录)、王士盛和杭世珩(第三、四、五章)翻译,最后由全浩对全书作了校订。在翻译过程中,对原文中的错误作了修正、并删去了部分内容。

在本书翻译出版过程中曾得到原书编著者合田健博士的热情指导和帮助,在此表示衷心的感谢。

由于译者的水平有限，译文中错误和缺点在所难免，敬请读者批评、指正。

译者

1987. 5. 1 于北京

序 言

长期以来，人们习惯于用BOD、COD等指标来评价水质，因而不自觉地产生了一种错觉，认为只要用BOD、COD来评价水质就足够了。虽然在水环境评价与水质评价之间本来就存在着区别，但人们不注意也看不到这种区别，因而往往把对水域的评价看成是对水质的化学评价。

现在在水质环境标准中采用的BOD和COD，是十九世纪末提出来的水质指标。由于这个指标比较综合性地反映了水中有机污染物的量，所以在以后近一个世纪的时间里，人们一直使用这个指标，而且至今仍占据着水质的代表性指标的地位。

然而，在下一个世纪里难道还要持续这种状况吗？现在当我们遇到象水域的生产性、富营养化等当代问题的情况下，用上述指标来作出令人满意的说明已经是很困难了。正当人们重新提出环境质量问题的時候，我们首先要重新认识组成水环境的若干要素，并重新加以评价。我们认为，今后的课题就是从更为综合性的观点来掌握环境质量的变化方向。

自从波尔兹曼提出熵的状态函数以来，在物理学上一直把熵作为秩序的尺度来使用的。那么，熵能不能作为环境质量变化的尺度来使用呢？如果可以，又应当用什么方法，在什么样的范围内可以使用呢？关于这些问题的探索虽然刚刚在开始，而且还包含着很多不解之谜，但却引起了人们的极大兴趣和热烈讨论。

那么，必然有人会问，为什么说象熵一类计算起来很麻烦的指标如此需要呢？回答非常简单。那是因为在环境变化等不可逆过程中，在表述不可逆性和偏离标准状态的混乱程度方面再也找不到比熵更为恰当的指标的缘故。

在本书中不仅说明了对将来，即下一个环境时代的见解，而且重点叙述了水环境指标群各自的地位以及现代的含义，同时把

给水排水处理、富营养化等与水环境的实际问题有着密切关系的指标群收集在一起作为各自独立的章节作了叙述。另外，在环境的综合评价以及环境的舒适性方面也举出了评价指标的具体例子。

当前，关于环境影响评价的讨论很热烈。我们衷心希望各位读者毫无保留地提出意见。

编 者

1979年6月18日

目 录

译者 的话.....	(vii)
序 言.....	(ix)
1 绪 论.....	(1)
1.1 水环境.....	(1)
1.2 水环境指标概论.....	(5)
1.3 综合指标和一般性个别指标.....	(11)
2 综合指标.....	(17)
2.1 熵和能量.....	(17)
2.1.1 环境和热力学.....	(17)
2.1.2 熵在水质和水处理评价中的作用.....	(29)
2.1.3 信息熵在水质和水处理评价中的应用.....	(65)
2.2 水的效用性指数.....	(83)
2.2.1 水的效用性.....	(83)
2.2.2 水的效用性指数.....	(85)
2.2.3 UVW的意义.....	(93)
一般水质指标.....	(97)
3.1 水的物理化学特性.....	(97)
3.2 化学指标.....	(100)
3.2.1 pH、碱度、酸度.....	(101)
3.2.2 氧化还原电位.....	(105)
3.2.3 蒸发残渣及SS.....	(107)
3.2.4 COD和高锰酸钾消耗量.....	(109)
3.2.5 BOD与TOD.....	(110)
3.2.6 TOC与POC.....	(112)
3.2.7 氯离子.....	(113)
3.2.8 油类.....	(113)

3.2.9	硫化物	(114)
3.2.10	铁与锌	(116)
3.2.11	二氧化硅	(117)
3.3	物理指标	(119)
3.3.1	蒸气压	(119)
3.3.2	渗透压	(123)
3.3.3	气体溶解度	(127)
3.3.4	平衡式与扩散	(127)
3.4	生物学指标	(133)
3.4.1	指标和生物分类	(133)
3.4.2	细菌	(136)
3.4.3	致病性病毒	(139)
3.4.4	生物浓缩	(140)
3.4.5	毒性实验与生物鉴定	(142)
3.5	感官性指标	(145)
3.5.1	美和主观性	(145)
3.5.2	视觉的属性	(147)
3.5.3	嗅觉的属性	(151)
3.5.4	皮肤感觉的属性	(154)
3.5.5	味觉的属性	(154)
3.6	微量成分	(155)
3.6.1	微量成分水质指标的意义	(155)
3.6.2	微量成分的特性	(156)
3.6.3	微量成分的存在状态及其作为指标的意义	(158)
3.6.4	微量成分的分析技术和问题	(159)
3.6.5	各种微量成分	(164)
4	给排水处理指标	(178)
4.1	给排水处理中的单元操作	(178)
4.2	给水系统	(179)
4.2.1	原水标准与饮用水标准	(179)
4.2.2	给水处理指标	(180)
4.3	下水道	(192)

4.3.1	城市污水的特性	(192)
4.3.2	污水排放标准	(194)
4.3.3	活性污泥法的指标	(195)
4.3.4	深度处理的指标	(209)
4.3.5	污泥处理的指标	(213)
4.3.6	排水工程规划的指标	(219)
4.4	工业用水	(225)
4.4.1	工业用水	(225)
4.4.2	农业用水和水产用水	(225)
4.4.3	发电用水	(232)
4.4.4	中水道与回收率	(236)
4.5	工业废水	(239)
4.5.1	工业废水排放标准	(239)
4.5.2	不同行业废水水质标准	(240)
4.5.3	高温排水	(241)
4.6	粪便处理	(244)
4.6.1	粪便的性质	(244)
4.6.2	粪便处理	(246)
5	富营养化指标	(249)
5.1	富营养化	(249)
5.2	营养盐指标	(252)
5.2.1	一次生产者的营养要求	(252)
5.2.2	富营养化指标——磷	(255)
5.2.3	富营养化指标——氮	(257)
5.3	一次生产能力和溶解氧分布指标	(261)
5.3.1	藻类现存量指标——叶绿素a	(261)
5.3.2	透明度与补偿水深	(262)
5.3.3	水中溶解氧浓度分布	(267)
5.4	TSI	(269)
5.4.1	卡尔森的TSI基本概念	(270)
5.4.2	应用各种参数的卡尔森的TSI	(272)
5.4.3	卡尔森TSI的应用	(274)

5.4.4	其它的TSI	(277)
5.5	富营养化指标中磷的允许负荷量	(278)
5.5.1	允许负荷的概念	(278)
5.5.2	磷停留时间的允许负荷标准	(282)
5.5.3	根据磷负荷量推算湖泊中的叶绿素量	(287)
5.5.4	π_r 值与平均流入浓度	(290)
5.6	AGP	(292)
5.6.1	AGP的概念	(292)
5.6.2	测定方法	(294)
5.6.3	AGP的应用	(307)
5.7	藻类的多样性指数	(317)
5.8	混合培养的AGP与多样性指数	(321)
5.8.1	AGP与AGP ^M	(321)
5.8.2	AGP ^M 与多样性指数	(324)
5.9	应用熵模式的富营养化评价	(328)
6	水力和水文指标	(345)
6.1	水文气象指标	(345)
6.1.1	降水	(345)
6.1.2	蒸散	(349)
6.1.3	渗透	(351)
6.1.4	风	(352)
6.1.5	水位和流量	(353)
6.2	径流指标	(357)
6.2.1	径流过程	(357)
6.2.2	洪水径流	(361)
6.2.3	低水径流	(363)
6.2.4	物质径流	(364)
6.3	河流系统的物质输送和扩散指标	(365)
6.3.1	输送和扩散的概念	(365)
6.3.2	泥砂和底质的输送	(372)
6.3.3	水质污染物质的输送	(381)
6.3.4	英国水研究中心的河流水质数学模式	(388)

6.3.5 有潮河流的特性.....	(391)
6.4 湖泊和海域系统的水文和水力指标.....	(396)
6.4.1 水平衡和水交换.....	(286)
6.4.2 热平衡和水温跃层.....	(397)
6.4.3 风波和吹送流.....	(400)
6.4.4 水面振动.....	(402)
6.4.5 流动和扩散.....	(405)
6.4.6 与水质有关物质的运动.....	(411)
附录1 水质的行政管理指标.....	(421)
1 有关法令的概况.....	(421)
1.1 前 言.....	(421)
1.2 公害对策基本法的概况.....	(422)
1.3 水质污染防治法(1970年, 第138号法律).....	(424)
1.4 濑户内海环境保护特别措施法.....	(429)
1.5 关于防治海洋污染和海上灾害的法律 (1970年, 第136号法律).....	(430)
1.6 下水道法.....	(432)
2 标准项目及其标准.....	(434)
2.1 水质环境标准.....	(434)
2.2 废水排放标准.....	(437)
2.3 去除底质的暂行标准.....	(438)
2.4 有害水底土砂的判断标准.....	(440)
2.5 有害工业废弃物的判断标准.....	(440)
2.6 下水道的排放水标准.....	(442)
2.7 下水道接纳污水时的水质标准.....	(442)
2.8 饮用水水源水质标准.....	(442)
2.9 饮用水的水质标准.....	(445)
附录2	(446)
表1 地壳中元素的丰度.....	(446)
表2 海水中各种元素的含量.....	(448)
表3 琵琶湖的水质.....	(451)
表4 多摩川的水质.....	(453)

1 绪 论

1.1 水环境

现在人们关于环境问题的争论非常热烈。这种争论一方面来自日本的现状，但从更广阔的眼光来看，这主要是因为人类要保护地球的责任感和环境危机感达到了从未有过的高度的结果。当然，目前关于环境问题议论十分热烈的还是那些被称为发达国家。这些国家虽然已制定了一系列关于环境污染防治方面的立法和行政措施，但问题并没能立刻得到解决。一些发展中国家、经济不发达但持续发生人口爆发的一些国家，象非洲和中中东各国那样，过去很落后，但由于发达国家加快投资和技术出口而在短时间内工业兴起、文化水平急速得到提高的一些国家，他们的将来究竟变成什么呢？这对世界环境来说意味着什么呢？这是大家最关心的大事。

发达国家、中等发达国家、发展中国家和各国以及各民族都有各自的领土、领海和领空。因而他们理所当然地拥有人们最关心的水圈、大气圈和地圈。其中，地圈具有非常明确的境界线，而且在他国地图上发生的事情给邻国和周围国家带来的影响除了地上和地下核试验以及驯化植物的迁入之外一般不存在什么问题。但大气圈同地圈相比，则对邻国的影响相当大。例如，联邦德国鲁尔地区的工业活动对法国；美国五大湖沿岸的匹兹堡等地区的工业活动对加拿大；在苏联某地进行的自然改造对近邻各国的大气质量、气象的影响等；有关国家不能不引起重视。四面被海洋包围的日本也受到定期从大陆飞来的黄沙和核试验产物的影响。不过这一类问题目前仍处于局部性的，而且在事实上还没有

听到因氮氧化物(NO_x)和烟尘问题而给邻国带来危害的例子。

那么,水圈又是怎样呢?莱茵河发源于瑞士、流经德国和荷兰,是这两国最主要的地表水水源。在其上游的博登湖已经发生了富营养化问题,中游以下不仅受到了城市污水和工厂废水的影响,甚至已发生了船舶废油污染问题。多瑙河是穿越东欧各国的富有诗意和情趣的一条主要河流。它的上游至少目前呈清澈的,但它一旦被污染的话,将对奥地利、捷克斯洛伐克、匈牙利、南斯拉夫、罗马尼亚、保加利亚等国产生很大影响。中国的黄河虽然不是国际性河流,但它如同伏尔加河对里海产生很大影响一样,把大量的黄土输送到渤海湾中去,其影响大到人们把大海也由此而起名为“黄海”的程度。这个水域对水产、捕鱼的影响将会很大,而且连长江也包括在内,这两条河流的水质变化必将成为日本和朝鲜深切关注的大事。

此外,湄公河(流入中国南海)、底格里斯河、幼发拉底河(流入波斯湾)、密西西比河(流入墨西哥湾)、尼罗河、刚果河、亚马逊河、拉普拉塔河等对国际海域的影响也很大,其影响的程度似乎已超过了国际河流,而北美的五大湖就是内陆淡水成为国际问题的一个例子。

目前,江河湖泊的问题具有明显的局部性特点,那么领海外的大洋情况又是怎样呢?油污染、热污染、由原子能船只和核试验产生的放射性污染等成为重要问题。另外,如海底和海渊等已成为在将来大量固体废物和放射性废物的堆积场,因此各方面人士都指出这是一个急待解决的大问题。但是,如果一旦出现上述情况,其影响究竟怎样呢?关于这些问题目前只是在一小部分人中间进行着议论。还有,在覆盖着整个地球的海洋生态中,来自内陆水系的毒物和化学物质是怎样通过食物链和海流的流动而进行扩散的呢?这些物质又蓄积在什么地方呢?这都是属于世界性的问题。在这里,我们不能忘记这些被排放到海洋里而且将来还要继续被排放到海洋里的化学物质中很多物质都具有致癌性和变异性。与此同时,海洋的水资源和生物资源对人类的作用和恩惠甚

大，而且如果在将来不能有效地控制人口爆发时，仅仅根据可能出现粮食危机这一点，海洋资源保护问题的重要性将有可能受到人们更大的重视。

上述情况使我们深刻认识到，水环境问题已经不是一个简单地论述某一个国家的特定河流水质的“小问题”，而且迄今为止被称为不发达国家或发展中国家在今后随着生产积极性的提高而成倍地将更多的有害物质通过淡水水域排放、转移、输送到海域中去。现在在整个世界中普遍流行着不管对废水或固体废物的净化、处理程度如何，只要把这些废物送到海里就算尽了义务了、没有罪了，这样一种错误认识。工业发达国家也是如此。在这些国家里也只不过是有一部分指定的风景区或水产资源区域等海域、海水浴场制定了一些比较严格的规定外，其他区域则放任自流。总之，当今的水环境问题已达到了如此深刻的程度，而且至今仍然处于无人管理的状态。

1977年日本科学技术厅以行政、科学研究、宣传界等各界的有识之士为对象，通过提问答卷式调查方式听取了对今后环境问题的见解，其结果回答的比例最高的就是陆地上固体废物处理已达到了毫无办法的地步。这实际上就是对陆地上已经找不到有效地处理固体废物的办法而对今后十年中将要完全处于一种停止状态发出的警钟。然而二年以后的今天，情况没有多大变化。由此看来，在那些负有某种责任的阶层中间同样存在着那种只要把堆积起来的固体废物或未经处理的PCB制品送到海洋里就算了事的既简单草率又危险的见解。同一次调查还表明，一半以上的人回答认为，再过二十年之后水污染状况将会好转。这实际上是一种相互矛盾的幻想。总之，正如上面所指出的那样，从全世界的观点来看，水质污染问题并不是容易得到解决的。因此，面对着如此严峻的现实，我们有必要重新考虑水环境问题。

现在让我们回顾一下在二十五年前，人们怎样认识并对待水环境问题的呢？在那些发达国家中也只不过是制定了关于防止水质污染的一般法律以及以有机污染物为中心的工厂或特殊设施的

排放标准而已。在日本当时也只有极其一般的排放标准，城市污水处理（下水道）普及率很低，而且对提高城市污水处理普及率既没有热情，也没有积极性。如果说当时曾有过引人注目的成就，那就是停止采用不卫生的粪便处理法而颁布了关于粪便的收集和单独处理的清洁法而已。在那时就连美国也只是围绕着为了保持与加拿大之间的国际水域水质而刚刚与加拿大进行讨论的程度。实际上联邦政府处于甚至对国内州与州之间水域的水质管理问题也几乎都不能干预的状况。

在后来的二十五年里不仅环境本身发生了很大变化，而且人们对环境的认识也发生了巨大变化。当然，所有这些变化是与水处理技术的大量普及和仪器分析、监测技术的迅速发展有着密切的关系。不过，当前我们面临的环境状况仍然存在着很多问题，而且其中最具有代表性的就是水环境问题。换言之，人类与水环境之间的联系十分密切，而且在水环境中发生的现象和变化立即会反映到我们的实际生活和活动中。

在考虑水环境时，为了准确地掌握水环境发生剧烈变化的状况以及应当采取的长期对策，我们必须认识到过去我们的眼光太窄而未能确立起冷静而透澈的预测。然而现在，对污染的加剧和激化抱有强烈关心的人逐渐减少，而且不少人忙于那些发生在我们周围并带来灾难的毒物和危险品的管理和处理上，其结果真正从综合的观点出发的讨论和评价甚少，而且缺乏对将来的预测和评价。正因为这个原因，我们重新注视着这个水环境，并为了确定与人类所具有的高度智慧相适应的长期对策，有必要站在科学的立场上进行冷静而严肃的评价。所有的对应措施应当建立在这个评价基础上，而且这些措施也必须受到同样冷静而严肃的评价。

如上所述，在水环境问题中尤其是在水环境的评价指标方面，必须要创造出能够经得起后代批判的科学概念。当然，对那些很多指标的地位和迄今为止一直沿用下来的各种水环境指标也要进行再评价。所以，我们将从下一个章节开始以尽可能接近这