

文章编号:1672-3031(2013)03-0176-07

国内外水源地水质评价标准与评价方法的比较

仇茂龙, 刘玲花, 邹晓雯, 吴雷祥

(中国水利水电科学研究院 水环境研究所, 北京 100038)

摘要: 介绍并分析了国内外主要的水源地水质评价标准、评价方法, 详细对比《地表水环境质量标准》(GB 3838-2002)和《生活饮用水卫生标准》(GB5749-2006)中指标与限值, 指出我国水源地水质评价标准中存在的缺陷与不足。认为我国相关评价标准体系应当借鉴欧美等国的相关标准来进行补充完善, 增强其系统性和针对性。建议采用综合水质指数评价方法评价我国水源地水质状况, 综合考虑水体理化性质、微生物和毒性指标, 实现评价结果由单因子评价水质参数是否合格向水源地水质状况等级划分转变, 使我国水源地水质评价由单因子评价向综合评价方向发展。

关键字: 水源地; 水质评价; 评价标准; 评价方法

中图分类号: X824

文献标识码: A

1 研究背景

水源地水质评价是将水源地水质指标的监测结果与水质标准进行比较, 判定水源地水质状况, 是水源地水环境安全管理的基础工作。饮用水水源地容易受工业点源和农业非点源等污染影响。2011年全国水资源公报显示, 全国参与水质状况调查的634个地表水集中式饮用水水源地(包括河流型、湖泊型和水库型)中: 水质合格率在80%及以上的集中式饮用水水源地有452个, 占评价水源地总数71.3%; 合格率达100%的水源地有352个, 占评价总数55.5%; 全年水质均不合格的水源地有31个, 占评价总数4.9%。对857眼地下水监测井的水质监测资料进行分类评价, 结果显示适合生活饮用水水源及工农业用水的Ⅲ类监测井仅占21.2%^[1]。仍有部分水源地水质状况无法满足饮用水水源地要求, 这直接关系到饮水安全, 对人民群众身体健康构成威胁, 必须加强水源地水质保护。水源地水质评价是实现水源地保护的重要手段, 有利于管理部门更好地了解水源地饮水安全保障状况, 便于在发生水污染事件时迅速识别水体主要污染物和采取相应处理措施, 是社会持续发展稳定生产的重要保障。目前国内外水源地水质评价中采用的方法主要有单因子法、水污染指数法、层次分析法、多元统计分析法、灰色关联法和人工神经网络法等^[2-7]。通过对以上评价方法进行比较分析, 本文指出了我国水质评价标准和评价方法存在的一些问题, 建议采用综合水质指数评价方法评价我国水源地水质状况。

2 水源地水质评价标准

欧盟于1975年即颁布了《欧盟水源指令》(75/440/EEC), 2007年废止后, 该指令规定水质指标通过《欧盟水框架指令》(2000/60/EC)执行, 每一级别水源水质指标有两个限值: 一个是强制执行的限值, 另一个是指导值^[8]。各成员国以《欧盟水框架指令》为基础制定更严格的标准, 1978年英国国家水质委员会将河流水质分为5级, 一级河流(1A和1B)和二级河流可作为饮用水源^[9]。美国没有统一的国家饮用水源水质标准, 美国环保局以保护人体健康和水生生物为目的颁布水质基准, 各州政府

收稿日期: 2012-10-30

基金项目: 国家科技支撑计划课题(2011BAC12B02)和国家自然科学基金创新群体项目(51021006)联合资助

作者简介: 仇茂龙(1988-), 男, 江苏盐城人, 硕士生, 主要从事水源地水质评价研究。E-mail: qiu.maolong@163.com

依据各地实际情况制定水质标准,如纽约将地表淡水分成8类,其中N、AA-S、A-S、AA和A类水体可以用作饮用水源^[10]。发达国家和组织的饮用水源标准较科学、完善,体现在:(1)标准先进、实用,且不断复审修订,如美国《清洁水法》规定,国家水质基准至少每5年修订一次;(2)标准有法律效力,执行有保障,如《欧盟水框架指令》规定各成员国必须将指令要求列入本国法律;(3)制订饮用水源标准时,根据饮用水处理厂的处理工艺和处理设施确定饮用水源的水质标准,如欧盟根据饮用水处理厂的处理工艺将饮用水源划分为3个等级,仅需要过滤和消毒等简单处理即可达到饮用水标准的水源为一级水,需经过混凝、沉淀、过滤和消毒处理才能达到饮用水标准的水源为二级水,除需经过上述二级处理,还需要经过活性炭处理的水源为三级水。

在国内,建设部1993年发布《生活饮用水水源水质标准》(CJ 3020-1993),对生活饮用水水源的水质指标、水质分级、标准限值等做出了相关规定,适用于城乡集中式生活饮用水水源。该标准的优点是考虑了生活饮用水的净化工艺和净化设施对污染物的去除效果,将水源水质标准划分为二级,只需过滤或消毒等简单处理即能达到生活饮用水标准的水源为一级水,需要经过絮凝、沉淀、过滤、消毒处理才能达到生活饮用水标准的水源为二级水,充分体现了水源水与水龙头水的水质差异。但由于该标准制定时间较早,标准中设定指标较少且部分限值不合理,已无法满足当前水源水质要求。现阶段我国水源地水质评价工作主要依据《地表水环境质量标准》(GB 3838-2002)^[11]和《地下水质量标准》(GB 14848-1993)进行单因子评价,其中地表水依据《地表水环境质量标准》Ⅲ类水标准和地表水源地补充项目与特定项目的标准限值,地下水依据《地下水质量标准》Ⅲ类水标准限值。《生活饮用水卫生标准》(GB 5749-2006)^[12]是地表或地下水源地水经过自来水厂处理后,通过管道送入用户,从用户水龙头出来的水应执行的标准。与发达国家相比,我国水质标准存在以下问题:

(1)标准系统性不足。因为是参考《地表水环境质量标准》和《地下水质量标准》,体系缺乏衔接,没有统一的标准体系^[13]。

(2)《生活饮用水水源水质标准》和《地下水质量标准》标龄过长,急需修订。《生活饮用水卫生标准》(GB 5749-2006)与原标准相比,镉、砷、铅的水质标准分别从0.01、0.05和0.05mg/L改为0.005、0.01和0.01 mg/L,水质标准更加严格,水源水质标准也应做相应修订。此外,GB 5749-2006的毒理指标增加了锑、钡、铍、硼、钼、镍、铊等11项无机指标和甲醛、二氯甲烷、1,2-二氯乙烷等48项有机指标,水源水质标准也应对增加的无机和有机毒性指标的标准限值加以规定。

(3)《地表水环境质量标准》的Ⅲ类水标准作为饮用水源标准,与《生活饮用水卫生标准》不能很好地衔接。水源地的水是通过取水口输送到自来水厂,经处理后进入居民家中供居民饮用,水源地的水质标准应依据我国自来水厂的处理能力和《生活饮用水卫生标准》来制定。与GB 5749-2006相比,①GB 3838-2002中缺乏感官性指标如色度、浑浊度、嗅和味、肉眼可见物等。②GB 3838-2002中某些水质参数的标准值高于GB 5749-2006,而当前我国常规水处理工艺对这些参数没有去除效果或处理效果较差,即使水质满足GB 3838-2002中Ⅲ类水标准仍无法满足GB 5749-2006,见表1。③GB 3838-2002中某些水质参数的标准值要求严于GB 5749-2006,见表2。④GB 3838-2002中的水质参数与GB 5749-2006不匹配,GB 3838-2002中规定了集中式饮用水源地水质标准限值,而GB 5749-2006中不包含的水质指标包括:氯丁二烯、乙醛、异丙苯、四氯苯、二硝基苯、2,4-二硝基甲苯、2,4,6-三硝基甲苯、硝基氯苯、2,4-二硝基氯苯、2,4-一氯苯酚、2,4,6-三氯苯酚、苯胺、联苯胺、钛、钒、钴、黄磷、水合阱、吡啶、松节油、苦味酸、活性氯、环氧七氯、内吸磷、甲萘威、阿特拉津、甲基汞27项水质指标。GB 5749-2006规定了标准限值,而GB 3838-2002缺失的水质参数包括: β -萘酚、2-甲基异茨醇、二溴乙烯、土臭素(二甲基萘烷醇)、五氯丙烷、双酚A、戊二醛、石棉、环烷酸、苯甲醚、氯化乙基汞、二恶英。⑤在营养物指标方面,GB 3838-2002给出总氮、氨氮、总磷、高锰酸盐指数等指标的标准值,其中总磷分别对河流($TP < 0.1 \text{mg/L}$)和湖泊水库($TP < 0.025 \text{mg/L}$)确定限值,GB 5749-2006只规定了氨氮指标,限值严于GB 3838-2002。

(4)《地表水环境质量标准》指标不全面,部分指标限值不合理。水质指标一般可分为4类:感官物理指标、无机物指标、有机物指标和营养化指标。无机物方面,我国与欧美等国家基本一致;有

表1 《地表水环境质量标准》的标准限值高于《生活饮用水卫生标准》的水质参数 (单位: mg/L)

指标	《生活饮用水卫生标准》	《地表水环境质量标准》
砷	0.01	0.05
铅	0.01	0.05
氰化物	0.05	0.2
氨氮(以 N 计)	0.5	1
环氧氯丙烷	0.0004	0.02
丁基黄原酸	0.001	0.005
六氯苯	0.001	0.05
马拉硫磷	0.25	0.05
甲基对硫磷	0.02	0.002
敌敌畏	0.001	0.05
硫化物	0.02	0.2

表2 《地表水环境质量标准》的标准限值严于《生活饮用水卫生标准》的水质参数 (单位: mg/L)

指标	《生活饮用水卫生标准》	《地表水环境质量标准》
石油类	0.3	0.05
汞	0.001	0.0001
苯并(α)芘	0.00001	0.0000028
多氯联苯	0.0005	0.00002

机物方面,美国国家推荐的水质基准中规定的有机物指标几乎涵盖了目前所有科学研究中表明对人体和水生生物有害的各种有机物,我国《地表水环境质量标准》表3集中式生活饮用水地表水源地特定项目中规定了卤代烃类、氯酚类、硝基苯类、多氯联苯以及农药类等近70项,但受限于水质监测技术和经济水平,部分指标限值与美国存在较大差距。《地表水环境质量标准》中部分指标限值选取不当,如硝酸盐氮限值是10mg/L,氨氮是1.0mg/L,总氮是1.0mg/L,总氮限值小于氨氮与硝酸盐氮之和^[14]。

(5)标准需要进一步具体化。《地表水环境质量标准》是一部兼顾保护水生生物和人体健康的综合性标准,不是专门的水源地水质标准,其中个别项目是为保护水生生物而设(如硫化物)。标准中规定每一类水体具有若干使用功能(包括作为饮用水源保护地、水生生物栖息地等),却只给出一个标准值。这样就产生保护饮用水源与保护水生生物的交叉,造成部分指标限值偏宽或偏严。在纽约,每一类水域的指标分别针对水源、水生生物、野生动物、景观价值等有不同的标准值,更加科学合理。

(6)相关法律体系需要进一步完善。发达国家的饮用水水源地水质标准受国家法律保障,如美国《清洁水法》规定了水质基准,《欧盟水框架指令》具有法律效力,而我国相关水质标准是以国家标准或行业标准的形式制定,在实施过程中不能得到法律的约束和保障^[15]。

综上所述,我国关于水源地水质标准还很不完善,应全面开展河流湖库等水源地的水质调查,尽早建立适合我国水环境状况和经济发展水平的水源地水质标准。

3 水源地水质评价方法

水源地水质评价是根据水质现状监测资料和污染源调查,按照评价目标选择相应的水质参数、水质标准和计算方法,对水的利用价值及处理要求做出评定的过程。评价方法的选择是水质评价的核心部分,只有根据不同区域的监测资料和水污染状况选择合适的评价方法,才能得到合理、客观的评价结果。

3.1 我国主要水源地水质评价方法 目前,我国主要依据《城市集中式饮用水源地水质监测、评价与

公布方案》(下文简称“公布方案”)^[16]、《地表水环境质量评价方法》和《全国集中式生活饮用水水源地水质监测实施方案》(下文简称“实施方案”)^[17]确定水源地水质评价方法。“公布方案”依照《地表水环境质量标准》和《地下水质量标准》的Ⅲ类标准采用单因子法进行水质评价,并给出超标水源地和主要污染物名称。《地表水环境质量评价方法》依照《地表水环境质量标准》五类功能区的水质标准限值采用单因子法对全国地表水环境质量状况进行评价。与以往评价方法不同,该评价方法剔除了不适宜用作河流水质评价的指标:水温、总氮和粪大肠菌群,对评价数据的统计方法进行了统一规定,规定了《地表水环境质量标准》中五类水质功能类别的表征颜色,并依据河流和流域(水系)水质类别比例对河流和流域水质状况定性分级,但该评价方法并不是专门针对饮用水源地的评价方法。“实施方案”规定分别按照《地表水环境质量标准》和《地下水质量标准》的Ⅲ类标准采用单因子评价法对集中式地表和地下水源地进行评价。综上可见,单因子评价法是当前我国水源地水质评价的主要方法,选取多个评价因子中水质最差因子的评价结果作为综合评价结果,方法简单直观。但是,只要有一项因子污染严重,综合水质类别都判定为差,所以评价效果较差。此外,单因子法评价结论单一,要么合格,要么不合格。例如单项或多项水质指标超标,水质都将确定为不合格,但两者的处理难易程度大不相同;而多项指标接近标准限值,也与所有指标都远远低于标准限值一样,均为合格,但两者的洁净程度大不一样。

王研等^[18]在全国城市地表水源地水质评价工作中采用单因子评价法,结果显示约有55%的水源地水质不合格,超标项目以有机污染为主。除了单因子法,也有学者对其他方法进行了研究,如水质指数法^[19-21],标识指数法^[22-23],污染指数法^[2],内梅罗指数法^[24],模糊综合指数法^[25],层次分析法^[4,26]等,不过这些方法还处于理论研究阶段,没有形成一个统一的评价模式,尚无法在实际工程中得到应用。

3.2 国外水源地水质评价方法 国外对于水源地水质评价主要是围绕水质评价和水源适用性进行,不同国家采取不同方法^[27]。美国环保局采用流域指标系统评价饮用水源地的安全状况,选取15个评价指标,包括7个水质指标和8个生态脆弱性指标,最终定性确定水质状况为好、问题很少、问题较多等等级别,生态脆弱性等级分为高和低^[28]。加拿大环境部长理事会(CCME)规定采用水质指数法(Canadian Water Quality Index)进行水源地水质评价,通过指数方程计算得到不同水体的分值(0~100),将水体划分为很好(95~100)、好(80~94)、中等(60~79)、及格(45~59)、差(0~44)共5个级别,对不同级别的水体采取不同的水处理工艺,以达到饮水安全的目标^[29-30]。新西兰环境部和卫生部联合制定的饮用水源监测和分级框架草案规定,根据水源监测数据及水源地污染源调查情况,对水质等级和风险情况进行评价,根据新西兰饮用水标准设定指标的最大可接受值(Maximum Acceptable Value)和指导值(Guideline Value)对水质等级进行划分,并说明各级别水质达到饮用水标准所需要的处理水平^[31]。将水质状况和风险等级相结合对水源地进行水质评价,使评价结果更加全面准确,可以更好的反映水源地水环境状况。

国外对水源地水质评价方法研究很多,主要方法有多元统计学法(因子分析、主成份分析、聚类分析等)、人工神经网络法、模糊综合评价法等^[32-35]。主成份分析对于复杂数据集处理、污染源识别以及对水体水质变化过程的描述有非常好的效果,且可以避免主观判断带来的误差^[36]。R.Noori等^[37]将典型相关分析与主成份分析结合,典型相关分析可以很好的处理物理参数和化学参数的关系。Kunwar P. Singh等^[38]建立了印度 Gomti 河流水质(DO-BOD)人工神经网络模型,具有强大的模拟复杂非线性关系的功能。模糊评价是利用模糊数学原理通过确定实测样本序列与各级标准序列间的隶属度来评价水质级别,William Ocampo-Duque等^[39]以模糊推理系统(FIS)为基础建立模糊水质指数(FWQ)对西班牙 Ebro 河流进行水质评价,利用模糊数学原理可以将一些边界不清、不易定量的因素量化,实现综合评价。水质综合评价中因子权重的确定是关键,当样本较多时传统的权重确定法需要对每个样本分别计算,Zhi-hong Zou等^[40]采用熵权法,只需要一次计算就可以得到多个样本每个指标的权值,这种权重确定方法值得我们学习。此外,在水源地水质评价中还出现了不同方法和模型间的交叉与耦合,将不同方法组合可以扬长避短,发挥各自优势,达到更好的评价效果。Jun Wu

等^[41]将层次分析法与灰靶理论结合建立一种AHP-GTT系统模型,灰靶理论可以有效解决评价过程中出现的一些主观错误,弥补了层次分析法的不足。还有投影寻踪法与遗传算法^[42],人工神经网络与主成份分析^[43],生物指标与多元统计法^[44]等组合,这些都得到了研究应用。

国外的水源地水质评价多注重水质安全状况,最终评价结果按照水质状况及水体所受污染水平进行等级的划分,同时指出每个等级对应水质状况所需要的处理水平。我国水源地水质评价中采用的单因子法过于保守,评价结果单一,除了水质是否合格外无法反映水源地的其他信息,存在较多缺陷。我国目前各类污染事故中两种或两种以上主要污染物情况较多,随着经济的发展,越来越多水源地受到各种自然因素及人为活动的影响,单因子评价法已不再满足我们对水质的要求。为了保证评价结果的科学性、准确性、客观性和全面性,在借鉴国外水源地水质评价方法的基础上,笔者建议我国水源地水质评价采用综合水质指数评价方法,对水质状况进行分级,在评价项目上考虑理化、微生物和毒性等指标,并依据它们对水质的影响作用赋予一定权重,使我国水源地水质评价由单因子评价向综合评价方向发展。

4 结论

水源地水质评价是掌握水源地质量状况和保证安全供水的重要保障。本文通过对国内外水质评价标准和评价方法的比较分析,得出如下结论:(1)以《生活饮用水水源水质标准》(CJ 3020-93)、《地表水环境质量标准》(GB 3838-2002)和《地下水质量标准》(GB 14848-93)作为我国的饮用水水源地水质标准,已不能满足当前我国饮水安全保障的需要,急需制订与《生活饮用水卫生标准》(GB 5749-2006)相匹配的饮用水水源地水质标准。(2)《地表水环境质量标准》(GB 3838-2002)作为目前广泛使用的地表饮用水水源地标准,其部分水质指标和指标限值与《生活饮用水卫生标准》(GB 5749-2006)不匹配或矛盾,应当予以修订。(3)我国的水源地评价方法主要采用单因子评价法,评价过于严格,且评价结论单一。某些水体经过自来水厂处理能够达到生活饮用水标准的水源地也可能被判定为不合格水源地。(4)建议制定水源地综合水质指数评价方法替代单因子评价方法,依据《生活饮用水卫生标准》,结合我国自来水厂处理工艺和处理设施的处理效果,采用综合水质指数法将水源地水质状况评价为好、中、差等不同的等级,而不是像单因子评价法仅仅评价为合格、不合格。

参 考 文 献:

- [1] 中华人民共和国水利部. 2011年中国水资源公报[R]. 2012.
- [2] Liu Shuguang, Lou Sha, Kuang Cuiping, et al. Water quality assessment by pollution-index method in the coastal waters of Hebei Province in western Bohai Sea, China [J]. Marine Pollution Bulletin, 2011, 62 (10): 2220-2229.
- [3] Li Siyue, Li Jia, Zhang Quanfa. Water quality assessment in the rivers along the water conveyance system of the Middle Route of the South to North Water Transfer Project (China) using multivariate statistical techniques and receptor modeling [J]. Journal of Hazardous Materials, 2011, 195(0): 306-317.
- [4] 庞振凌,常红军,李玉英,等.层次分析法对南水北调中线水源区的水质评价[J].生态学报,2008,28(4):1810-1819.
- [5] 黄海东,张克峰.小城镇水源水质评价方法选择方案探讨[J].水利科技与经济,2010,16(7):736-738,740.
- [6] 周燕,王里奥.模糊神经网络在重庆市饮用水原水水质评价中的应用[J].三峡环境与生态,2010,3(1):33-35.
- [7] 朱利霞,贺玉晓,宋小红.改进的灰色关联度分析法在饮用地下水水质评价中的应用[J].黑龙江水专学报,2009,36(2):79-81.
- [8] 郑丙辉,刘琰.饮用水源地水环境质量标准问题与建议[J].环境保护,2007(2):26-29.

- [9] 吉林省图书馆. 国外环境标准选编[M]. 北京: 中国标准出版社, 1984.
- [10] New York State Department of Environmental Conservation, Part 701 Classifications—Surface Waters and Ground Waters[S].
- [11] GB 3838—2002, 地表水环境质量标准[S].
- [12] GB 5749—2006, 生活饮用水卫生标准[S].
- [13] 由阳, 石炼, 宋兰合. 修订我国饮用水水源水质标准的建议[J]. 中国给水排水, 2011, 27(18): 17–20.
- [14] 黄廷林, 丛海兵, 柴蓓蓓. 饮用水水源水质污染控制[M]. 北京: 中国建筑工业出版社, 2009: 72–78.
- [15] 侯俊, 王超, 吉栋梁. 我国饮用水水源水质标准的现状及建议[J]. 中国给水排水, 2007, 23(20): 103–106.
- [16] 国家环境保护总局. 城市集中式饮用水源地水质监测、评价与公布方案[R]. 2002.
- [17] 国家环境保护总局. 全国集中式生活饮用水源地水质监测实施方案[R]. 2012.
- [18] 王研, 唐克旺, 徐志侠, 等. 全国城镇地表水饮用水源地水质评价[J]. 水资源保护, 2009, 25(2): 1–4, 68.
- [19] 周晓铁, 韩宁宁, 孙世群, 等. 安徽省湖库型饮用水源地水质评价研究[J]. 环境科学与管理, 2010, 35(4): 183–186.
- [20] 周晓铁, 韩宁宁, 孙世群, 等. 安徽省河流和湖库型饮用水源地水质评价[J]. 湖泊科学, 2010, 22(2): 176–180.
- [21] 李思悦, 张全发. 运用水质指数法评价南水北调中线水源丹江口水库水质[J]. 环境科学研究, 2008, 21(3): 61–68.
- [22] 毛元宝. 标识指数法在韩江下游主要饮用水源水质评价中的应用[J]. 广东水利水电, 2010(6): 61–64.
- [23] 徐祖信. 我国河流单因子水质标识指数评价方法研究[J]. 同济大学学报(自然科学版), 2005, 33(3): 321–325.
- [24] 闫欣荣. 修正的内梅罗指数法及其在城市地下饮用水源地水质评价中的应用[J]. 地下水, 2010, 32(1): 6–7.
- [25] Zhu Lei, Hu Han. Fuzzy complex index in water quality assessment of municipalities[J]. Journal of Water Resource and Protection, 2010, 2(9): 809–813.
- [26] 姚莎, 党志良, 吴波, 等. 南水北调中线水源区安康段水质模糊综合评价[J]. 地下水, 2009, 31(1): 111–114.
- [27] 朱党生, 张建永, 程红光, 等. 城市饮用水源地安全评价(I): 评价指标和方法[J]. 水利学报, 2010, 41(7): 778–785.
- [28] USEPA. State source water assessment and protection programs[R]. 1997.
- [29] United Nations Environment Programme. Global Drinking Water Quality Index Development and Sensitivity Analysis Report[R]. 2007.
- [30] Ashok Lumb, Doug Halliwell, Tribeni Sharma. Application of CCME water quality index to monitor water quality: a case of the Mackenzie River Basin, Canada[J]. Environmental Monitoring and Assessment, 2006, (113): 411–429.
- [31] New Zealand. Draft Guidelines for Drinking water Quality Management for New Zealand[R]. 2005.
- [32] Rabia Koklu, Bulent Sengorur, Bayram Topal. Water quality assessment using Multivariate Statistical Methods—a case study: Melen River System (Turkey)[J]. Water Resources Management, 2010, 24(5): 959–978.
- [33] Omoleomo Olutoyin Omo-Irabor, Samuel Bamidele Olobaniyi, Kehinde Oduyemli, et al. Surface and groundwater water quality assessment using multivariate analytical methods: A case study of the Western Niger Delta, Nigeria[J]. Physics and Chemistry of the Earth, 2008, 33(8–13): 666–673.
- [34] Memet Varol, Buelent Sen. Assessment of surface water quality using multivariate statistical techniques: a case study of Behrimaz Stream, Turkey[J]. Environmental Monitoring and Assessment, 2009, 159(1–4): 543–553.
- [35] Judite S. Vieira, Jose C. M. Pires, Fernando G. Martins, et al. Surface water quality assessment of Lis River using multivariate statistical methods[J]. Water Air and Soil Pollution, 2012, 223(9): 5549–5561.
- [36] Kazi T G, Arain M B, Jamali M K, et al. Assessment of water quality of polluted lake using multivariate statistical techniques: A case study[J]. Ecotoxicology and Environmental Safety, 2009, 72(2): 301–309.

- [37] Noori R, Sabahi M S, Karbassi A R, et al . Multivariate statistical analysis of surface water quality based on correlations and variations in the data set[J] . Desalination, 2010, 260(1-3): 129-136 .
- [38] Kunwar P Singh, Ankita Basant, Amrita Malik, et al . Artificial neural network modeling of the river water quality—A case study[J] . Ecological Modelling, 2009, 220(6): 888-895 .
- [39] William Ocampo-Duque, N ria Ferr -Huguet, José L . Domingo, et al . Assessing water quality in rivers with fuzzy inference systems: A case study[J] . Environment International, 2006, 32(6): 733-742 .
- [40] Zou Zhi-hong, Yun Yi, Sun Jing-nan . Entropy method for determination of weight of evaluating indicators in fuzzy synthetic evaluation for water quality assessment[J] . Journal of Environmental Sciences, 2006, 18(5): 1020-1023 .
- [41] Wu Jun, Tian Xiaogang, Tang Ya, et al . Application of analytic hierarchy process-grey target theory systematic model in comprehensive evaluation of water environmental quality[J] . Water Environment Research, 2010, 82(7): 633-641 .
- [42] Zhang Chi, Dong Sihui . A new water quality assessment model based on projection pursuit technique[J] . Journal of Environmental Sciences, 2009, 21(S1): S154-S157 .
- [43] Khalil B, Ouarda T B M J, St-Hilaire A . Estimation of water quality characteristics at ungauged sites using artificial neural networks and canonical correlation analysis[J] . Journal of Hydrology, 2011, 405(3-4): 277-287 .
- [44] Nurtac Ogleni, Bayram Topal . Water quality assessment of the Mudurnu River, Turkey, using biotic indices[J] . Water Resources Management, 2011, 25(10): 2487-2508 .

Comparison of source water quality standards and evaluation methods between China and some developed countries

QIU Mao-long, LIU Ling-hua, ZOU Xiao-wen, WU Lei-xiang

(Department of Water Environment, China Institute of Water Resources and Hydropower Research, Beijing 100038, China)

Abstract: The source water quality standards and assessment methods in China and abroad are analyzed briefly. Based on the comparison of “Environmental quality standards for surface water” (GB 3838-2002) and “Standards for drinking water quality” (GB 5749-2006), the defects existing in source water quality standards in China are elaborated. Learning from the standards of Europe, the United States and other developed countries, we should improve and strengthen the systematicness of source water quality evaluation standards. By considering physical and chemical properties, microbiological and toxicological indicators, comprehensive water quality index evaluation method is recommended for source water assessment in China. The method can realize the transformation of source water quality assessment from single factor to comprehensive evaluation, and also can give the classification of water quality status.

Key words: water sources; evaluation of water quality; evaluation standards; evaluation methods; review

(责任编辑: 韩 昆)