

附件 3

**《集中式地表水型饮用水水源地突发环境事件风险源名录编制指南  
(征求意见稿)》编制说明**

编制技术组

二〇二〇年三月

项目名称：集中式地表水型饮用水水源地突发环境事件风险源名录编制指南

项目统一编号：2019-41

承担单位：中国环境科学研究院

编制组主要成员：昌盛 郑丙辉 付青 张茉莉 谢琼 杨光 赵少延 尚屹 韩季奇 张孟奇

标准所技术管理负责人：魏玉霞

水保处项目负责人：李炜臻

# 目 录

<b>1 项目背景</b> .....	<b>1</b>
1.1 任务来源.....	1
1.2 工作过程.....	1
<b>2 标准制订的必要性</b> .....	<b>2</b>
2.1 党中央、国务院高度重视饮用水水源安全保障.....	2
2.2 风险源引发的突发污染事件形势对水源地风险管理提出了要求.....	3
2.3 政策法规对水源地风险管理提出了明确要求.....	3
2.4 水源地风险监管工作亟需规范和强化.....	4
<b>3 标准编制原则和依据</b> .....	<b>5</b>
3.1 编制原则 .....	5
3.2 编制依据 .....	5
<b>4 标准框架的确定</b> .....	<b>6</b>
4.1 标准制定的总体思路 .....	6
4.2 风险源名录编制的主要内容 .....	6
<b>5 标准主要技术内容</b> .....	<b>7</b>
5.1 术语和定义.....	7
5.2 适用范围.....	7
5.3 技术步骤.....	7
5.4 评估方法 .....	8
5.5 名录内容 .....	8
5.6 信息化.....	9
<b>6 主要国家、地区和国际组织相关标准研究</b> .....	<b>9</b>
6.1 美国.....	9
6.2 加拿大.....	10
6.3 欧盟.....	11
6.4 德国.....	12
<b>7 本标准的实践基础</b> .....	<b>13</b>
<b>8 对实施本标准的建议</b> .....	<b>14</b>
<b>9 标准开题论证会情况</b> .....	<b>14</b>
<b>10 标准专家论证会情况</b> .....	<b>15</b>
<b>11 参考文献</b> .....	<b>17</b>

# 1 项目背景

## 1.1 任务来源

饮用水源是群众赖以生存的基础资源，其质量和安全直接关系到广大人民群众身体健康及经济社会的可持续发展，保障饮用水安全是维护广大人民群众利益的基本要求。党中央、国务院高度重视饮用水水源地环境保护，将其作为污染防治攻坚战七大标志性战役之一，明确要求打好水源地保护攻坚战。2015 年国务院颁布的《水污染防治行动计划》提出开展饮用水水源规范化建设，依法清理饮用水水源保护区内违法建筑和排污口。2018 年 4 月 2 日，习近平总书记在中央财经委员会第一次会议和推动长江经济带发展座谈会上作出打好水源地保护攻坚战的重要指示，提出饮水安全是人民生活的一条底线，要确保所有城乡居民喝上清洁安全的水。2018 年 6 月，党中央、国务院印发《关于全面加强生态环境保护坚决打好污染防治攻坚战的意见》，进一步明确工作要求，强调要限期完成县级及以上城市饮用水水源地环境问题清理整治任务。

通过中央环保督察、饮用水水源地环境保护专项行动，饮用水水源地规范化建设情况抽查等系列工作，部分中央高度关注、群众反映强烈、社会影响恶劣的突出环境问题得到了较好解决，但是水源保护区周边及上游地区还存在一系列环境隐患：一些水源保护区周边及上游存在化工园区、工业聚集区；一些划定时间较早的水源保护区普遍存在交通穿越；部分水源保护区内外存在畜禽养殖活动等等。这些问题的存在，增加了水源地水质污染的风险。因此，应进一步强化饮用水水源地环境风险的监管，开展水源地风险源排查、环境风险评估，识别高风险区域、重点风险源并提出针对性的防控策略，不断提升水源地环境风险管理的规范化、专业化水平，实现水源保护从“被动应对”到“主动防御”的转变。

根据《关于征集 2019 年度国家环境保护标准计划项目承担单位的通知》（环办科技函〔2018〕427 号），本项目“饮用水水源地风险源名录编制指南”列入生态环境部 2019 年度计划，为环境管理规范类标准项目。

项目的承担单位为中国环境科学研究院，参加单位为生态环境部信息中心。

## 1.2 工作过程

2018 年 6 月，根据《关于征集 2019 年度国家环境保护标准计划项目承担单位的通知》要求，经答辩竞争，中国环境科学研究院承担编制工作，生态环境部信息中心作为参加单位参与。接受任务后，中国环境科学研究院立即成立了由多名国家级和地方知名专家组成的专家咨询组，并成立了由多名技术骨干组成的标准编制技术组。其中，编制技术组的核心团队由中国环境科学研究院多名专家及科研骨干组成，咨询组成员包括中国环境科学研究院、中国环境监测总站、生态环境部信息中心、生态环境部华南环境科学研究所、清华大学、北京师范大学等单位专家。

2018 年 7 月至 2019 年 2 月，标准编制技术组针对国内外饮用水水源地环境风险评估技

术与管理现状进行了广泛深入的调研,认真研究了环境保护相关领域风险评估的理论及方法,确定了研究内容与工作计划,充分参考已发布的相关标准,开展了饮用水水源地环境风险类型、评估要素、风险因子、物质种类、风险评估方法体系等方面研究,系统梳理了各地在水源地风险管理过程中存在的问题,并针对标准的定位、内容、编制原则及总体思路等关键内容进行了多次研讨,确定了饮用水水源地风险源名录的编制主体、编制过程、内容和风险源分类、风险评估方法,编制形成了《饮用水水源地风险源名录编制指南》(标准草案)(第一稿)和开题报告。

2019年3月25日,生态环境部水生态环境司在北京组织召开本标准制定的开题论证会。与会专家就标准制定的技术思路、编制原则、适用范围、风险评估方法体系及文本格式等内容充分发表了意见,提出了标准草案(第一稿)的修改意见和建议,并提出将标准名称改为《集中式地表水型饮用水水源地突发环境事件风险源名录编制指南》。

2019年4月至10月,编制技术组对标准内容进行了数次修改。同时,以南水北调中线调水水源地丹江口水库安全保障区作为示范区开展了案例研究。在开展丹江口水库安全保障区饮用水水源地风险源资料调研的基础上,运用本标准草案开展了丹江口水库突发环境事件风险源名录编制研究,识别出丹江口水库339处点源、69个移动源,并根据实际情况进一步修正和调整了本标准涉及的评估指标和参数。示范研究表明,经过与丹江口水库突发环境历史事件进行比对验证,运用本标准草案得到的风险结论与实际情况有较好的相符性。因此,本标准草案内容具有较好的实用性和准确性。期间经过专家咨询论证,并经过技术组的再次修订,形成了《集中式地表水型饮用水水源地突发环境事件风险源名录编制指南》标准草案(第二稿)。

2019年10月30日,生态环境部再次召开了标准草案(第二稿)专家审查会,对标准内容进行审查。与会专家围绕本标准的适用范围、基本定义、风险评价方法和管理对策等提出了修改意见和建议。编制技术组对专家意见进行了逐一的讨论,再次征求专家意见和建议后,对相关内容进行了修订,形成了《集中式地表水型饮用水水源地突发环境事件风险源名录编制指南》(征求意见稿),报生态环境部公开征求意见。

## 2 标准制订的必要性

### 2.1 党中央、国务院高度重视饮用水水源安全保障

2018年全国生态环境保护大会上,习近平总书记强调,要深入实施水污染防治行动计划,保障饮用水安全,基本消灭城市黑臭水体,还给老百姓清水绿岸、鱼翔浅底的景象;要把生态环境风险纳入常态化管理,系统构建全过程、多层级的生态环境风险防范体系。李克强总理在十二届全国人民代表大会第三次会议上明确指出,实施水污染防治行动计划,加强江河湖海水污染、水污染源和农业面源污染治理,实行从水源地到水龙头全过程监管。水源地保护是党中央、国务院明确的污染防治攻坚战“七大标志性战役”之一,而饮用水

水源地风险管理是水源地安全保障的重要前提。

## 2.2 风险源引发的突发污染事件形势对水源地风险管理提出了要求

提升饮用水水源地风险管理能力是饮用水安全保障的基础，也是防范和快速应对突发环境污染事件的重要支撑。20世纪90年代以来，随着我国工业化、城镇化高速发展，长期以来累积的环境污染因素积久弊生，突发环境事件风险与常态污染排放胁迫并存，我国已进入突发环境事件高发期。2008年-2017年，经原环境保护部应急与事故调查中心处理的487起水污染事件中，124起涉及饮用水水源地，68起因事故影响导致水源地供水不足或停水。引发突发性水污染事件的原因可归纳为工业企业的安全事故、企业非法排污、水上或沿岸交通事故、农田污染及其他自然灾害等诸多原因。其中，点源（工业企业）安全事故和非法排污占58.8%，交通事故占22.1%，湖泊土壤污染物长期累积、人为抛弃污染物或投毒、自然灾害等占19.1%。点源和移动源污染事故占80.9%，由此可见，点源和移动源是引发突发性水污染事件的主要风险源。

从突发性水污染事件分布区域看，近十年来我国发生的重大饮用水水源地突发环境事件涉及省份有：吉林、辽宁、河北、山东、山西、甘肃、湖南、湖北、江苏、四川、云南、广东、广西和福建，涉及区域十分广泛。从暴发频次和影响程度来看，自2014年始，涉饮用水的突发环境事件呈高发态势，2014年第二季度，连续发生甘肃省兰州市自来水局部苯超标、湖北省汉江武汉段氨氮超标等事件，导致大面积停水和公众“抢水”；2015年河北省邢台市新河县城区地下水污染事件，导致新河县全县停止供水达5天，受影响人口十几万；2017年湖北荆州松滋市杨林市镇三个水厂受矿井废水影响，全镇停水3天。

饮用水水源安全既是重大环境问题，也是重要的社会问题，一旦无法及时查明原因并妥善处置，极易引发社会恐慌，威胁社会和谐稳定。因此，加强水源地风险源管理十分必要和迫切。

## 2.3 政策法规对水源地风险管理提出了明确要求

2017年6月修订的《水污染防治法》第六十九条要求，县级以上地方人民政府应当组织环境保护等部门，对饮用水水源保护区、地下水型饮用水水源的补给区及供水单位周边区域的环境状况和污染风险进行调查评估，筛查可能存在的污染风险因素，并采取相应的风险防范措施。

《水污染防治行动计划》明确提出，要强化饮用水水源环境保护，开展饮用水水源规范化建设；严格环境风险控制，防范环境风险；定期评估沿江河湖库工业企业、工业聚集

区环境和健康风险，落实防控措施；评估现有化学物质和健康风险。

《集中式饮用水水源规范化建设环境保护技术要求》（HJ 773-2015）规定，饮用水水源地应“具备饮用水水源保护区及影响范围内风险源名录和风险防控方案”。《集中式饮用水水源地环境保护状况评估技术规范》（HJ 774-2015）也将“风险源名录完成率”纳入水源地环境保护状况评估指标中。《集中式地表水饮用水水源地突发环境事件应急预案编制指南》规定，水源保护区应“以风险源调查的结果为基础，识别可能造成水源地水质污染的主要风险源，并进行风险大小筛查，形成水源地风险源名录”。

综上，政策法规提出了编制饮用水水源地风险源名录的要求，但是对名录编制中涉及到的编制主体、程序、内容、要求、技术方法及规范性表述等工作缺乏具体的指导性文件。因此，制定本指南，既可为各地开展饮用水水源地风险源名录的编制提供技术依据，又可将饮用水水源地的监管对象从常规污染源扩展到非常规的风险源，对推动饮用水水源环境管理从“日常监管”到“风险防范”具有重要意义。

## 2.4 水源地风险监管工作亟需规范和强化

生态环境部饮用水水源环境状况年度评估结果显示，截至 2017 年底，31 个省（区、市）339 个地级及以上城市 942 个水源地中，有 263 个城市的 699 个水源建立了饮用水水源地风险源名录。但从目前掌握的情况看，各地编制的饮用水水源地风险源名录均存在不同程度的问题，迫切需要国家出台规范给予指导。

一是风险源排查范围不合理。各地对饮用水水源地风险源排查范围不一，国家也尚无统一的范围划定标准，有些地方风险源排查范围过小，仅限于二级保护区以内，导致风险源统计不全面，无法真正有效支撑后续管理工作；有些地方风险源排查范围过大，导致对水源地未造成风险的各类企业、控制单元和运输单位也被识别为风险源，针对性不强，给后续管理增加了无谓的工作量。

二是风险类型和水平认定不清。2018 年全国地级及以上城市集中式饮用水水源地规范化建设情况抽查发现，部分地方简单地将风险源名单作为风险源名录，未明确风险源的风险水平和重点防控区域等内容；部分地方的风险源名录对风险源的类型未进行划分，将工业企业、交通穿越、面源污染等不同类型的风险源混在一起，导致名录实用性大打折扣。

三是名录内容不够规范全面。建立风险源名录旨在为饮用水水源地环境风险管理工作提供支持，而目前各地现有的风险源名录普遍存在表述方式混乱、内容单薄、数据资料过于简单等问题。例如名录中应列明风险源分布特征、风险物质排放去向、物质特性、应急

处置方式、风险源管理现状等，这些必备的内容并未在现有名录中得到体现。同时名录内容表述上也缺乏规范性，给后续的管理工作带来不便。

四是缺少移动源风险评估的方法。在水源地突发环境污染事件中，有相当部分是由于交通事故引起的，因此移动污染源的风险管理十分重要。但目前国内外尚无针对移动源识别、风险水平评估的办法。我国水源地风险管理中对移动源风险情况的掌握也非常有限，因此亟需一部具有科学性、可操作性和实用性的指南指导相关工作。

### 3 标准编制原则和依据

#### 3.1 编制原则

(1) 合法依规原则：与我国现行的饮用水水源地环境保护相关法律、法规、标准协调配套，与环境保护政策相一致。标准文本在结构、起草、表达规则和编制格式上符合标准编制工作的要求。

(2) 全面性原则：本标准综合考虑我国不同地区、不同规模饮用水水源地的具体条件和实际情况，结合风险源类别和分布特点，给出了名录建立的工作指导。其中包括不同类型风险源的分类、识别、认定、评估、分布分析等。在有效保障风险源识别认定的科学性基础上，达到全面适应各类水源地、各类风险源的作用。

(3) 实用性原则：综合考虑水源地具体条件及实际情况，结合地方在实际工作中技术依据和技术方法不足等问题，制定符合我国国情的饮用水水源地风险源名录编制指南。

#### 3.2 编制依据

本标准编制的主要依据为近年来我国饮用水水源地环境保护相关的法律法规和技术标准。

##### (1) 法律法规

中华人民共和国环境保护法（2014年）

中华人民共和国水法（2016年）

中华人民共和国水污染防治法（2018年）

国家突发环境事件应急预案（2014年）

水污染防治行动计划（2015年）

##### (2) 标准规定与部门规章

GB 3838 地表水环境质量标准

GB/T 2260 中华人民共和国行政区划代码

GB/T 4754 国民经济行业分类

GB/T 29744 道路交通信息服务 道路编码规则

HJ 941 企业突发环境事件风险分级方法

HJ 740 尾矿库环境风险评估技术导则（试行）

HJ 773 集中式饮用水水源地规范化建设环境保护技术要求

HJ 747 集中式饮用水水源编码规范

HJ 338 饮用水水源保护区划分技术规范

HJ 608 排污单位编码规则

HJ 523 废水排放去向代码

GA 36 中华人民共和国机动车号牌

集中式地表水饮用水水源地突发环境事件应急预案编制指南（试行）（生态环境部公告2018年第1号）

内河禁运危险化学品目录（2019年版）

中华人民共和国船舶识别号管理规定（交通运输部令2010年第4号）

## 4 标准框架的确定

### 4.1 标准制定的总体思路

本标准制定的总体思路是：以现行法律法规及标准规范要求为依据，遵循“合法依规、全面、实用”的原则，开展国内外饮用水水源地风险管理经验及问题的资料收集和调研，在充分总结经验的基础上，结合我国饮用水水源地环境管理现状和需求，准确定位标准编制的目标与用途；深入调研国内外水源地风险源评估方法，总结梳理相关技术标准、规范的特点和应用情况，结合历史案例分析，提取关键影响因素，筛选建立水源地风险源名录的技术指标体系；研究确定编制风险源名录需要的各项指标的技术要求。

### 4.2 风险源名录编制的主要内容

本标准涉及的水源地风险源名录编制的主要内容包括“风险排查范围、风险源识别与评估、风险源名单和风险源地图、风险管控要求、风险源名录编写与信息化”等五个方面。

“风险排查范围”部分规定了集中式地表水型水源地突发环境事件风险源排查的区域，包括水域范围和陆域范围；

“风险源识别与评估”部分规定了对不同风险源需收集的信息、风险要素和管控措施，以及需对风险源进行不同风险水平的识别；

“风险源名单和风险源地图”部分规定了将重大、较大及一般风险源列入名单中，并形成分布地图；

“风险管控要求”部分规定了针对水源地现有的风险管理差距分析，分别从以下方面提出响应的管控要求：

- （1）水源地风险管理制度；
- （2）风险防范与应急措施；
- （3）现有应急队伍；

(4) 应急设施与应急物资；

(5) 历史事故经验总结。

“风险源名录编写与信息化”部分规定了名录文本编制样式，以及信息化的填报要求和  
方法。

此外，为了更好地指导各地开展风险源名录编制工作，本标准在“5.4. 风险源识别与评  
估”部分规定了点源风险评估方法，并给出了移动源风险评估的推荐方法。同时本标准以附  
录的形式，规定了名录的文本格式及内容编排。

## 5 标准主要技术内容

### 5.1 术语和定义

本标准涉及了 8 个术语和定义。分别为集中式地表水型饮用水水源地、风险排查范围、  
风险源、点源、移动源、风险源名录、点源代码、移动源路段代码。

“集中式地表水型饮用水水源地”沿用了水源地环境保护相关标准的定义，与《饮用水  
水源地保护区划分技术规范》(HJ338)、《集中式饮用水水源地规范化建设环境保护技术要求》  
(HJ773)等标准的定义保持一致；

“风险排查范围”根据保护区划分情况，结合风险源对水源地的环境影响来确定；

“风险源”的定义直接引用 HJ 733；

“点源”和“移动源”的定义参照《集中式地表水饮用水水源地突发环境事件应急预案  
编制指南（试行）》，但对于点源，本标准在保持一致的基础上，综合考虑实际情况，指明本  
标准仅考虑的几类点源；

“点源代码”与《排污单位编码规则》(HJ 608)的排污单位代码、固定污染源代码等  
保持一致，但对象范围适用本标准的点源。

其他术语、定义与饮用水水源环境保护相关标准、指南保持一致，此处不再赘述。

### 5.2 适用范围

本标准适用于集中式地表水型饮用水水源地的周边及上游一定范围内的，具有突发性环  
境风险的点源、移动源的风险源名录的编制。本标准规定了风险源名录的编制主体、整体框  
架、主要内容和方法，可以作为地方各级生态环境部门实施饮用水水源地环境风险管理的重要  
依据。

由于地下水型水源地发生突发环境污染事件时，污染源迁移速度慢，迁移路径受地下水  
层与周边土壤岩层影响，复杂多变，与地表水型水源地情况区别较大，因此本标准不适用地  
下水型饮用水水源地。

### 5.3 技术步骤

本标准的技术步骤按照工作程序拟定，包括水源地基础信息收集，风险源排查范围划定，

风险源资料收集,风险源评估与认定,风险管控要求和风险源名录信息化等六个环节。其中,风险管控要求是在风险源识别与认定、风险管理差距分析基础上,提出具有针对性、可行性的管控要求,满足后续管理需要。

风险源名录信息化部分,则是考虑了未来建立风险源管理数据平台的要求,需要针对每一个水源地的每一个风险源,规定其唯一的、确定的信息化代码,以满足数字化管理的需求。

## 5.4 评估方法

本标准中,集中式地表水型饮用水水源地突发环境事件的风险源分为点源、移动源,因此风险评估方法按照点源风险评估方法、移动源风险评估方法进行了规定。

点源风险评估按照点源类别分别进行:

(1)工业企业类。原环境保护部于2018年发布《企业突发环境事件风险分级方法》(HJ 941),其中根据工业企业使用、生产、贮存的危险化学品的量,结合风险管控措施和环境风险敏感受体,定性地评估出工业企业环境风险水平。为保持标准的一致性,在本标准中,工业企业的风险评估方法在参照HJ941的基础上对水环境风险受体敏感程度类型进行了细分,将水环境敏感受体由多个环境受体集中于水源地取水口这一单一受体,按照企业三大排口类型(雨水排口、清净废水排口和污水排口)与取水口的距离进行敏感程度类型划分;

(2)尾矿库。原环境保护部于2015年发布《尾矿库环境风险评估技术导则》(HJ 740),基于尾矿库环境危害性、周边环境敏感性、控制机制可靠性三个方面,综合定性评估尾矿库环境风险水平,为保持标准的一致性,在本标准中尾矿库类点源参照HJ 740进行评估,已评估过的尾矿库,其评估结果可直接使用;

(3)规模化畜禽养殖场、污水处理厂、垃圾填埋场、可能排放污水的闸坝、泵站和泄洪口。在本标准中不做风险评估的要求,但需要掌握其基本情况和分布的地理位置。

移动源风险评估按照移动源类别分别进行。

本标准给出了对傍河公路、跨河桥梁和船舶航道进行水环境风险评估的推荐方法,方法基于“风险水平=源自身的危害性+管理能力+事故概率”的理论基础,结合不同移动源的运输特征、载货量情况、路段建设情况,采用矩阵法得到不同的移动源路段风险水平,值得注意的是,移动源风险评估对象并非是单个移动的车辆或者船舶,而是以公路路段、桥梁个体或航道河段为对象进行评估的。

## 5.5 名录内容

本标准规定了饮用水水源地风险源名录应包含的内容,具体为水源地概况、风险排查范围、风险源名录、水源地风险管理现状、风险管理问题分析及建议等五部分。

其中,风险源名录为本标准重点内容,由水源地风险源分析和风险源名单两部分组成。这两部分内容分别按照点源、移动源两种不同类型,对风险源的风险水平、分布状况进行分析概括,并在风险源名单中对每个风险源做了详细说明,具体包括:风险源名称、类别、特

征、地理位置、风险因子、污染物排放去向、风险水平等。

## 5.6 信息化

本标准对风险源的信息化管理，是充分利用已有的信息化成果，并与生态环境部现有的固定污染源管理和饮用水水源地管理工作实现全面对接。本标准附录 C 名录规定，每一个水源地名录文本的编写，均应在标题中依据 HJ 747 直接注明该水源地的饮用水水源代码。

此外，“C.4 风险源名录”部分对风险源名单，按照现行信息化规定和已有的信息化数据管理库（系统）对风险源进行信息化管理：

（1）“点源代码”引入唯一对应的固定污染源识别代码，以便获取固体废物、化学品管理相关数据及其他固定污染源管理信息；

（2）“所在地区”根据 GB/T 2260 中的行政区划名称和代码设置点源所属行政区划值；“所属行业类别”根据 GB/T 4754 中经济行业分类设置点源所属行业类别值；

（3）“废水排放去向”根据 HJ 523 规定的排放去向设置点源废水排放去向值。

（4）移动源根据运输工具类别分别按照交通运输部现行管理要求，采用机动车登记编号和船舶识别号进行标识；路段代码引入交通部路段代码，符合 GB/T 29744 规定的编码规则，航道暂无代码规范，该项信息不填报。

（5）本标准对风险源名录中涉及信息项的数据元进行了定义，规范了信息项的相关数据要求和格式，用于指导后续风险源名录信息化工作的顺利开展。风险源名录相关信息项范围以附录 C 中点源、移动源名单表格中的数据为准，并在附录 C 中做了全面要求。

（6）其他与固定污染源、饮用水水源地相关信息项，以已建系统实际定义为准，保障了数据对接和共享的可行性。

## 6 主要国家、地区和国际组织相关标准研究

文献调研表明，发达国家长期关注水质安全问题，开展了大量的水源水质保护工作。在水源保护管理过程中，各国都十分重视法律法规的保障作用，均已建立较为健全的法律体系和管理制度。在饮用水水源环境风险管理方面，主要体现在配套相应的风险源识别方法、风险源物质清单制定、风险水平判定和风险分级方法。虽然各国的管理制度和评价方法不完全一致，但提出的管理要求和涉及的风险对象较为统一，都建立在以立法为保障，明确责任主体、制定水源地保护计划、完备风险管理手段、制定应急预案等为要素的基本框架之内。

### 6.1 美国

美国是较早意识到饮用水水源突发性污染事故的危害，并迅速开展相关应急响应管理机制研究与实践的国家。美国水环境保护以联邦立法为基础，以各州立法为主要内容，对水资源的开发、利用和管理的每个环节都有较详尽的法律规定，有一套与其市场经济体制相适应的水务管理和水权制度。《安全饮用水法》（SDWA）和《清洁水法》（CWA）是美国饮用水

安全管理的一部核心法律，为全国水环境和水资源管理建立了基本框架，各州根据自身特点和要求，补充立法，保证管辖范围内的水务工作有序进行，这两部法律对美国饮用水水源管理机构的建立以及饮用水水源保护具有十分重要的意义。美国国会在 1974 年通过了《安全饮用水法》(SDWA)，后经过两次修改，至今仍对美国饮用水安全保护起着基本作用，尤其是 1996 年 SDWA 修正案明确提出要求各州制定饮用水水源地评估计划，在评估计划获美国环境保护署 (EPA) 批准后，要求各州必须在 2 年内完成所有公共供水系统的评估工作，并根据评估结果制定相应的保护计划。基于风险削减的总体原则，SDWA 提出了一套评估、保护方法体系，包括水源地的风险识别 (保护区划分与污染源清单)、风险分级及筛选 (易感性分析)、风险管理措施 (预防计划) 以及饮用水供应应急替代方案 (应急计划) 等一揽子保护计划；同时，SDWA 还规定建立州饮用水循环基金 (DWSRF) 用于保证饮用水水源保护相关项目实施；此外，还要求开展更广泛的公众参与工作，并对公众提交信心报告。总体来说，美国对于饮用水水源环境风险的管理包括资金支持、公众参与、公信力提升、水源环境评估、风险分级方法、应急预案制定等多个方面，是一套十分健全的风险管理体系。

美国对于点源的风险防范基于对化学品的风险防范与风险分级管理，主要对使用、存贮有毒有害物质的风险源设施实施风险管理计划，对有毒物质的事故排放进行风险评估并建立应急响应。依据《化学品事故防范法规》与风险管理计划 (Risk Management Plan, RMP)，规定了 77 种有毒物质与 63 种易燃物质控制清单与临界量值，根据风险分析、辨识情况，选择合适的模型对风险源导致事故发生的可能性和严重程度进行定性和定量评价，并基于风险源可能导致的事故后果对企业风险按照三个等级划分，从一级到三级风险水平依次提高。一级：在最坏情况条件下，安全距离内无公众受体并且在过去的五年内没有引起场外环境不良后果的事故；二级：不是一级也不适合三级的企业；三级：不符合一级项目，但符合美国职业安全与健康部 (OSHA) 的过程安全管理标准 (PSM)、或为指定十类行业之一的企业 (包括纸浆造纸厂、石化炼油厂、石油化工制造业、氯碱制造业、所有其他基本无机化工生产、循环原油和中间体制造、所有其他基本有机化工生产、塑料和树脂材料制造、氮肥制造业、农药及其他农业化学品制造业)。按照企业风险分级结果，详细规定了不同风险水平的企业制定、提交、修改及更新风险管理计划的具体要求。此外，美国 EPA 还发布了一系列相关技术文件，包括《化学品事故防范风险管理计划综合指导》《化学品仓库风险管理计划指导》《场外后果分析风险管理计划指南》等。自 1999 年实施 RMP，在规定时间内，全美约有 15000 家企业列入风险管理计划范畴。

## 6.2 加拿大

加拿大在地表水源保护上主要采用生态系统管理 (ecosystem management) 和流域管理 (watershed management) 两种方式。前者重视水资源系统的各组成要素之间以及水资源系统与人类、社会、经济、环境间的联系，强调管理应更多关注水系统而非水资源本身。后者将水源保护具体决策的制定和实施交给地方政府，地方政府结合水源区周围自然资源情况，

对水源进行综合利用和保护。联邦政府颁布联邦“水政策”（water policy），地方政府也出台一系列水政策。在地下水源保护方面，加拿大的管理系统由联邦、省、地方三级政府以及相关机构负责。联邦政府负责解决跨界水源的纠纷；省级政府负责水资源管理；地方政府则负责当地土地利用规划的制定；保护机构负责流域和地下水的管理工作。

加拿大在风险源评估方面，为了贯彻实行《环境保护法案》（Canadian Environmental Protection Act, 1999），于 2003 年 8 月颁布了《环境应急条例》（Environmental Emergency Regulations），提出了 174 种化学品清单。2011 年，颁布了《突发环境事件管理条例》实施准则，在该准则中共规定了 215 种化学品物质及其组分浓度与物质数量清单。对涉及清单中化学物质的点源工业企业，加拿大环境应急法规规定了其风险信息提交和认证的内容和程序。

### 6.3 欧盟

欧盟关于饮用水的管理有四大基础法律：《饮用水水源地地表水指令》《饮用水水质指令》《城市污水处理指令》和《欧盟水框架指令》（WFD）。前三部指令产生于《欧盟水框架指令》（WFD）之前，是作为专项法律存在，分别从水源地保护、饮用水生产输送和监测、污水处理等方面规定相关事项，《欧盟水框架指令》（WFD）则是一个全面的法律框架，规定了包括水源管理在内的水管理方方面面的事项。欧洲有多条跨国界河流，《欧盟水框架指令》（WFD）建立了以流域综合管理计划为核心的资源管理框架，要求成员国必须识别他们的流域（包括地下水、河口和一海里之内海岸），将其分派到流域管理区里，并每六年制定一次流域管理行动计划。对于国际流域，流域内相关国家需共同确定流域边界并分配管理任务。在欧盟级别上，《欧盟水框架指令》（WFD）提出了根据风险进行排序，列出有害物质清单，同时考虑生产和加工的源头的一套风险管理体系。

在环境风险评估方面，欧盟是较早出台一系列评估体系和方法的组织。欧洲在 20 世纪 70 年代发生了一些重大事故，尤其是 1976 年 6 月意大利塞维索发生的化学污染事故，促使欧盟在 1982 年出台了《工业活动中重大事故危险法令》（82/501/EEC），即《塞维索指令 I》。1996 年 12 月 9 日，欧盟理事会通过了《塞维索指令 II》（96/82/EC），用于代替《塞维索指令 I》，新的指令引入了新的立法要求，例如企业安全管理系统、应急计划、土地利用规划等，同时要求成员国执行更加严格的检查条款。在进一步开展重大工业事故危害和环境中致癌物质、有害物质的研究后，欧盟理事会在 2003 年进一步修订了指令，出台了《塞维索指令 II（修订版）》（2003/105/EC），与《塞维索指令 II》相比，新指令增加了采矿存储及加工活动中的风险、焰火及爆炸物质、硝酸铵及硝酸铵化肥存储中的风险。《塞维索指令 II（修订版）》具有双重目的：其一，防止危险物质重大事故灾害的发生；其二，由于事故确实还会发生，这项指令旨在限制此类事故的后续影响，不仅针对人（安全和健康方面），也针对环境。

随着《全球化学品统一分类和标签制度（GHS）》的建立与完善，欧盟在 2012 年发布了《塞维索指令 III》（2012/18/EU）。目前，欧盟地区对于工业点源企业的风险评价主要基于《塞维索指令 III》（2012/18/EU），该指令的适用范围为危险物质存在之处，既包括工业活动，也包括危险化学品的仓储。《塞维索指令 III》按照 GHS 分类确定的化学物质种类规定了 48 种化学物质清单与临界量。如果一家企业的危险物质在数量上低于此指令规定的临界值，则不受此指令约束，即可被认为无风险；如果高于指令规定的低临界值但低于高临界值，则被认为 A 类危险；如果高于指令规定的高临界值，则被认为 B 类危险。

欧盟各成员国也有适用于自己国家的点源工业企业风险评价方法。在意大利，以欧盟《塞维索指令 III》为基础，形成的国内法律 Law 238/05 来对风险企业进行分级。该法律列举了危险的工业类型和工艺过程目录，含有目录中规定的工业类型和工艺过程的企业，如果其所含有的危险物质超过该法律中规定的危险物质低临界值的量，但是低于高临界值的量，则判断为 A 类风险源；如果高于高临界值则判断为 B 类风险源。这种风险分级的方法和《塞维索指令 III》本质上是相同的。

#### 6.4 德国

德国经过 100 多年的长期实践，迄今为止已建立近 20000 个饮用水水源保护区，在水源地保护方面积累了大量经验，被欧美各国吸收采纳。德国《联邦水法》要求，所有饮用水取水口都要通过建立水源保护区进行保护。德国饮用水水源保护的特点有：首先，饮用水水源保护区的面积大，水源保护区的面积占德国土地总面积的 13%，而且从地表水水源保护拓展到了地下水水源保护；其次，德国饮用水水源保护区的水质标准较严，一般要求地表水源水质 54 项参评指标满足一级标准，只有个别可放宽为二级；再次，德国设立饮用水水源保护区时充分体现了公众参与原则。在划分建立饮用水水源保护区的过程中，水源保护区内居民及团体参与审查、评议；水厂通过买水获益是主要的受益者，因此，水厂要补偿居民及团体因建立水源保护区而遭受的损失。

在环境风险评估方面，德国在塞维索指令的基础上，提出了评估工业点源设施安全检查和评级的“清单法”，致力于降低工业点源的风险，对水资源、水环境进行全面保护。利用它可以评价企业、地区和国家重大危险事故的发生风险大小。德国对企业环境风险分级可采用“清单法”来进行，由于德国的环境风险企业安全生产和环境风险管理都是由德国联邦环境局来负责管理的，因此，这为综合考虑企业内部的风险控制和管理水平提供了条件。“清单法”以对企业的综合评价为基础。它的评价步骤是：

第一步：划分工艺单元，对风险物质进行评价计算水风险指数（WRI）；

第二步：从18个清单中选择合适的清单对储罐设备、防外溢保险设备、管道、物质的储存情况、防火设施和方案、密封系统、废水设施等不同的工艺单元进行检查和评价，再对清单求平均值得出企业的平均风险（ARP<sub>i</sub>）；

第三步：由水风险指数（WRI）和企业的平均风险（ARP<sub>i</sub>）计算出企业的真实风险值（RRP<sub>i</sub>）；

根据企业真实风险值将企业的风险水平分为三级：（1）安全水平情况良好，但并不意味着高枕无忧而无需采取进一步的改进措施；（2）缺少重要的安全装置或配备不足，必须立即采取必要的改进措施改变现状；（3）安全水平低下，必须马上采取相应的改进补救措施改善现状并再次进行检查评估。

国际上主要国家保护水源的做法表明，制定严格的水源保护法律法规、关注水源周边风险情况、采用科学合理的风险源评估方法、实施严格的管理措施、明确水源保护责任主体是做好水源保护的重要手段。如美国用《安全饮用水法》和《清洁水法》奠定了水源保护的法律法规基础，通过实施计划规划，采用法规强制措施和非强制措施处理水源的潜在风险，保障水源安全；欧盟的《欧盟水框架指令》（WFD）提出了根据风险进行排序，列出有害物质清单，结合《塞维索指令 III》既明确了风险评估的要求，也给出了风险评估的方法；加拿大明确了联邦政府和地方政府的保护水源的责任；德国提出了“清单法”，明确对环境有危害的危险物质。总之，各国在饮用水水源地环境保护和风险管理方面都有明确的法律、法规和政策要求，为本标准的制定提供了参考和借鉴。

## 7 本标准的实践基础

结合生态环境部应急中心的环境应急管理项目《丹江口水库安全保障区突发环境事件应急预案》编制，编制技术组对丹江口水库饮用水水源地进行了风险源资料调研，识别出丹江口水库 339 处点源、69 个移动源风险路段。应用本标准对工业企业点源、尾矿库点源和移动源进行风险水平评估，结果表明：135 家工业企业中，重大风险 23 家，较大风险 34 家，一般风险 78 家；53 家尾矿库中，重大风险 12 家，较大风险 4 家，一般风险 37 家；69 条移动源涉及的风险路段中，重大风险 4 条，较大风险 36 条，一般风险 29 条。结果已被有关管理部门采纳，应用于指导丹江口水库安全保障区重点地市、重点河流突发环境事件应急处置工作。经与丹江口水库周边突发水环境污染事件的历史案例比对，可知经编制组评估筛选的重大风险源企业和重大风险源尾矿库的典型企业，均在近几年发生过突发环境污染事件，而重大风险路段因交通事故造成水污染事件占到全部交通事故水污染事件的 59.8%。该结果表

明，本标准符合实际情况，实用性和准确性较好。

## 8 对实施本标准的建议

本标准为首次制定，因国内外水源地风险源管理的基础相对薄弱，因此，风险源名录编制的内容应在实际应用过程中不断丰富和完善，本标准在将来也需要适时进行修订。

本标准为指导性标准，各地在使用本标准开展水源地风险源名录编制时，应首先开展水源地水质和管理状况的调查评估，结合本标准并针对水源地风险源分布的现状与风险管理方面存在的问题，确定最终的名录内容和管控要求。

## 9 标准开题论证会情况

2019年3月25日，生态环境部水生态环境司在京组织召开标准制定的开题论证会，邀请部执法局、应急中心，卫星环境应用中心、环境规划院，发展改革委地区经济司、住房城乡建设部城市建设司、交通运输部综合规划司，清华大学、北京大学，黑龙江省环境科学研究院、湖北省环境科学研究院、四川省环境科学研究院等单位专家参加。

会议听取了标准编制组对标准编制情况的汇报，经过讨论，形成审议会议纪要如下：该标准的制定对于规范和指导饮用水水源风险源排查和管理工作，具有十分重要的意义。该标准内容全面、规范，编制依据充分，格式和体例符合要求，主要技术路线设置合理、具有较好的可行性。专家组一致同意该标准通过开题，经修改完善后尽快发布征求意见。但提出部分修改意见和建议。

具体意见落实情况见表1。

**表1 标准开题论证会意见落实情况**

序号	意见分类	意见内容	落实情况
1	适用范围及对象	仅针对地表水型集中式水源地，针对突发环境事件。建议修改标准名称为《集中式地表水型饮用水水源地突发环境事件风险源名录编制指南》	<b>已更名</b> 为《集中式地表水型饮用水水源地突发环境事件风险源名录编制指南》。
2		明确哪些水源地不需要编写风险源名录，非常小的水源地建议不需要编制	<b>已修改</b> ：“1.适用范围”明确适用于集中式地表水型饮用水水源地，农村分散型不做要求。
3	风险排查范围	按照水源地类型、规模、分级、分类细化风险排查范围	保护区划分时已考虑类型、规模、分类等，风险排查范围基于保护区划分范围，因此相当于已考虑在内。
4		排查范围建议将涨潮情况考虑进去	<b>已修改</b> ：“3.5 风险排查范围”增加“当水源地位于感潮河段时，根据涨落潮的实际情况，将饮用水水源保护区下游边界外上述范围的水域、陆域一并纳入风险排查范围。”
5		按照预警时间定义排查范围	目前标准对风险排查范围的定义即在保护区划分的基础上确定，而保护区划分已考虑预警时间。
6		排查范围建议和保护区划分结合起来	目前标准对风险排查范围的定义即在保护区划分的基础上确定，因此可视为已经结合划分情况。

序号	意见分类	意见内容	落实情况
7	风险源定义	考虑闸坝、泵站、船舶溢油、泄洪口等情况	<b>已修改：</b> “3.3 点源”定义增加“也包括可能排放污水的闸坝、泵站、泄洪口”，船舶溢油在移动源中已考虑。
8		针对移动源只管控，不评价其风险	应对移动源进行风险水平划分，以便更有效支撑管理。
9		点源参考安监行业的危化品目录，借鉴安监领域的级别更高的标准进行参考	目前本标准参照 HJ 941 进行点源风险评价，原因有二：一是 HJ 941 的风险物质清单的制定已参考且充分考虑了安监行业的危化品目录；二是 HJ 941 同时也综合考虑环境行业的特征污染物。
10		明确规模化畜禽养殖风险源的定义与分类	<b>已修改：</b> “5.4.1 点源风险评估方法”明确：“规模化养殖场、污水处理厂（设施）、垃圾填埋场需要收集相关信息并备案。”
11	风险评估方法	建议简化方法，目前感觉太复杂	<b>已修改：</b> 附录 A、B 中对方法做了更细致的解答。另外，移动源风险评估方法为推荐类方法，并不强制使用该方法。
12		重视农业面源，可以不评价，但是要了解周边用地情况	本标准仅考虑突发性环境风险，农业面源为累积性风险源，目前可以不考虑。
13		移动源评价方法中应考虑内河运输名录、危化品道路运输管理规范等，表格设计进一步专业化	<b>已修改：</b> 附录 B 中将含有内河禁运危险化学品移动源通行路段直接判定为重大风险；表格设计已修改。
14	风险源名单统计表	统计大表应更简单，只出现我们需要的风险源名录内容即可，不需要更具体的信息	<b>已修改：</b> 已在附录 C 中简化。
15		增加更加详实的信息表作为附件，信息表中的内容应十分完善	本标准对名录附件的内容不做强制要求，各地可以根据实际情况酌情添加。
16		将固定源方面的工业企业应急预案作为附件纳入表中	应急预案在风险评估中为评估要素之一，因此无需将每个点源应急预案都纳入，但本标准提出可将重大风险企业的应急预案作为附件纳入。
17	风险管控	只提管控要求，不提管控措施	<b>已修改：</b> “6.5 风险管理问题分析及建议”部分根据差距分析提出管控要求
18		删掉应急物资、管理、指挥平台等内容	该部分为风险管控的差距分析要素，且作为对管控提出要求的方面，应予以保留
19	其他	风险源名录的产出建议是一张表+一张图（风险地图）	<b>已修改：</b> 本标准在“7.成果形式”中明确
20		编制主体简化，甚至不要明确编制主体	本标准编制目的之一即为明确编制主体
21		名录编制完成后是否要报送省里请明确，如果不报送，名录应该放在哪级部门，何时启用请明确	本标准为技术指南，不做行政指导
22		增加风险源削减计划的要求	本标准为对风险源的摸排掌握，削减计划为下一步工作，超出本标准目标范围
23		名录编制大纲建议和应急中心出台的突发环境事件应急管理衔接起来	本标准为对风险源的摸排掌握，不做管理指导。
24		建议和卫星结合，出一个普查的源地图	卫星结合的普查源地图为风险源名录之后的大数据集成工作，本标准为前期工作，不在标准指导范围内。
25		建议一年更新一次名录	名录更新应保持实时动态，依据“4.2”章节的条件进行更新，如风险源无变化，一年一次必要性不大。

## 10 标准专家论证会情况

2019年11月1日，生态环境部水生态环境司在京组织召开了本标准制定的专家论证会，

邀请部土壤司、监测司、执法局，土壤中心、信息中心、卫星中心、华南所，国家信息中心，中国科学院生态环境研究中心，北京师范大学，四川省环境科学研究院、湖北省环境科学研究院，中国环境科学研究院标准所等单位专家参加。

会议听取了标准编制组对标准编制情况的汇报，经过讨论，形成审议会议纪要如下：该标准主编单位提供的材料齐全、内容完整，对国内外文献进行了充分调研，标准定位准确，技术路线合理。审查委员会通过该标准征求意见稿的技术审查，但提出部分修改意见和建议，按照意见修改完善后，提请公开征求意见。

具体意见落实情况见表 2。

**表 2 标准专家论证会意见落实情况**

序号	意见分类	意见内容	落实情况
1	适用范围	明确标准的使用主体	<b>已明确：</b> 1.适用范围部分已明确“本标准适用于县级以上人民政府开展集中式地表水型饮用水水源地一定范围内具有突发性环境风险的点源、移动源等风险源的名录编制。”
2		跨界水源地风险源名录编制工作由谁开展	<b>已明确：</b> 4.1 章节明确规定了跨县级、跨省（或市）级行政区域的水源地风险源名录编制主体，也明确了水源地所在行政区域和供水区域分属不同区域的情况下，名录的编制主体。
3	风险排查范围	建议压缩排查范围，规定为有限的范围、有限的风险源、有限的责任	目前本标准已对风险排查范围进行了规定，且为有限的范围、有限的风险源。
4		排查范围建议将河流和湖库分开	本标准的风险排查范围是基于保护区划定的边界向外延伸一定距离后制定的范围，而河流型与湖库型水源地的保护区在划分时已经按照类型不同进行了区分，因此本标准的排查范围已经对河流和湖库分开对待。
5		排查范围是否包含保护区，应予以明确	已明确：“3.5 风险排查范围”部分，对点源排查范围明确指出了根据二级保护区或准保护区边界划分排查范围的方法，针对移动源明确指出了在点源的涉及范围外，额外增加水源一级和二级保护区。
6		交通穿越风险包括道路、桥梁和航道，涉及区域建议将保护区内和保护区外分别加以说明	
7	风险源定义	关于“点源”名称的问题，建议是否可以改为“固定源”	固定源的概念外延比点源大，而本标准的点源目标明确，仅限于工业企业、尾矿库、规模化养殖场、污水处理设施和垃圾填埋场、排放污水的闸坝、泵站和泄洪口。上述污染源在定义上更趋近于点源概念。
8		点源目前和卫星遥感执法评估系统中的类别不一样，是否需要重新斟酌	<b>已明确：</b> 本标准对适用的点源在“3.3 点源”章节进行了定义，并对涉及类别作出了明确规定，可以此与卫星遥感执法评估系统加以区分。
9		建议考虑污水处理厂，排污口，雨排口，企业排口等	<b>已增加：</b> “5.3.1 点源调查的主要内容”部分，提出将污水处理厂、垃圾填埋场、闸坝、泵站、泄洪口等纳入调查范围。并且在附录 C“C.4 水源地风险源名录”章节的风险源调查表中，增加了企业排污口信息

序号	意见分类	意见内容	落实情况
10		流动源在字面理解上应只有船舶，本标准包含车辆，建议改为移动源	<b>已更改：</b> “3.4 移动源”章节已将流动源更名为移动源。
11	风险源评估方法	风险物质清单是否合理，是否应重点考虑有毒有害物质	本标准点源评价方法中参考的风险物质清单来源于 HJ941，该标准风险物质清单参考了突发环境事件历史案例、《塞维索指令 III》、我国重大危险源名录等涉及的风险物质，为企业的突发环境风险制定了相对科学合理的评价方法。有毒有害物质亦纳入风险物质清单中。
12		建议把企业用的 HJ941 纳入的同时，建立属于本标准自身的输移性，体现出对水源地的敏感性	<b>已更新：</b> 附录 A 的“A.1 取水口敏感性”章节，以水源地取水口作为点源受体，建立了符合本标准自身特殊性的环境风险源敏感受体脆弱性评价方法。
13		移动源评价方法过于复杂，实操性不强。	<b>已更新：</b> 附录 B 中已简化了移动源风险评价方法，综合采用指标体系和专家打分法，对移动源通过的危险路段和航道进行风险评价。
14	风险源管理	移动源不涉及危化品的路段，是否纳入调查	不涉及危化品的路段，可视为无风险路段，在排查其确实无危化品运输的条件下，可以不纳入调查。
15		管控要求建议不提，只管清单，只建立名录	“6.4 水源地风险管理现状”章节，仅对水源地的管理现状进行分析，并提出分析建议，不做管控要求。但基于名录的管理现状分析是不可或缺的，否则名录的建立将难以实现对管理的支撑作用。
16		污染源变化需要登记，该事件如何触发	污染源变化的登记工作，是由生态环境部门负责的行政工作，不在本标准探讨范围内。
17		名录最终报往何处	<b>已明确：</b> “4.编制的一般要求”章节规定“县级及以上人民政府应当定期或不定期地调查和评估本行政区域内地表水型饮用水水源地环境风险状况，编制或修订水源地风险源名录，报上级政府备案”。
18	其他	文本内“环境卫星数据”建议改为“遥感数据”	已更改
19		附录 C 中风险源名录登记表中“排放去向”建议写成完整名称“废水排放去向”	已更改

## 11 参考文献

- [1] 环境保护部 全国城市饮用水水源地环境保护规划 [R].2008
- [2] 环境保护部 突发环境事件应急管理办法 [R].2015
- [3] 环境保护部 集中式地表水饮用水水源地应急管理工作指南（试行）[R].2011
- [4] 环境保护部 集中式饮用水水源地环境保护技术指南 [R].2008
- [5] 环境保护部 集中式饮用水水源地环境保护状况评估技术规范 [S].2015

- [6] 交通运输部 道路危险货物运输管理规定 [R].
- [7] 付青, 郑丙辉.基于环境风险管理的红枫湖饮用水水源保护区划分研究[M], 北京, 2013, 中国环境出版社
- [8] 王东, 文字立等.美国饮用水环境管理[M], 北京, 2010, 中国环境科学出版社
- [9] 朱党生, 王超, 程晓冰著.水资源保护规划理论及技术[M].北京, 2001, 中国水利水电出版
- [10] 蓝楠.国外饮用水水源保护管理体制对我国的启示[J].中国环保产业, 2007 (9): 58-62
- [11] 李建新.德国饮用水水源保护区建立与保护[J], 地理科学进展, 1998, 17 (4): 88-97
- [12] 刘红.船舶溢油风险评估方法的探讨[J].中国海事, 2010 (001) :44-46
- [13] 毛小苓, 刘阳生.国内外环境风险评价研究进展[J].应用基础与工程科学学报, 2004, 11 (3): 266-273.
- [14] The Federal-Provincial-Territorial Committee on Drinking Water of the Federal-Provincial-Territorial Committee on Environmental and Occupational Health and the Water Quality Task Group of the Canadian Council of Ministers of the Environment. From Source to Tap. The multi-barrier approach to safe drinking water. Manitoba. Canadian Council of Ministers of the Environment, 2002, 1-13
- [15] Office of Ground Water and Drinking Water. Consider the Source: A Pocket Guide to Protecting Your Drinking Water: Drinking Water Pocket Guide #3. EPA 816-K-02-002, 2002, 1-4