

团 体 标 准

T/GIA 001—2018

集中式地下水饮用水水源地补给区 污染源强评价与分级技术指南

Technical guidelines for assessment and classification of pollution source
intensity in recharge zone of centralized groundwater drinking source area

2018-10-22 发布

2018-11-01 实施

中关村中环地下水污染防控与修复产业联盟 发 布

目 次

前言	Ⅲ
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 技术流程	1
5 方案判定	2
6 评价与分级方法	3
7 提出防控对策.....	13
8 报告编制.....	13
附录 A (规范性附录) 调查信息表	14
附录 B (规范性附录) 优控污染物综合评价指数计算方法	15
附录 C (规范性附录) 污染源释放源强计算方法	17
附录 D (资料性附录) 集中式地下水饮用水水源地补给区污染源强评价与分级报告编制大纲	20
参考文献	21

前 言

本标准负责起草单位：中国环境科学研究院。

本标准参加起草单位：中国矿业大学(北京)、北京洧涛环境修复有限公司、北京思路创新科技有限公司、中关村中环地下水污染防治与修复产业联盟。

本标准起草人：席北斗、李娟、唐军、李翔、吕宁馨、党秋玲、马妍、李来庆、陆晨、胡贵省、周鹏、丁晓欧、冯辉、祖国峰、张美娟。

本标准在实施过程中,如发现需要修改或补充之处,请将意见和有关资料寄给中关村中环地下水污染防治与修复产业联盟标准委员会,以便修订。

联系邮箱:cngpc_org@126.com

集中式地下水饮用水水源地补给区 污染源强评价与分级技术指南

1 范围

本标准规定了集中式地下水饮用水水源地补给区污染源强评价指标、程序、技术方法与分级限值等内容。

本标准适用于集中式地下水饮用水水源地补给区污染源强评价与分级。

2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件,仅注日期的版本适用于本文件。凡是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 14157 水文地质术语

GB/T 14848 地下水质量标准

HJ 338 饮用水水源保护区划分技术规范

HJ 682 污染场地术语

地下水环境状况调查评价工作指南(环办[2014]99号)

地下水污染防治区划分工作指南(环办[2014]99号)

3 术语和定义

GB/T 14157 和 HJ 682 界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

污染源危害性 **pollution sources hazards**

在人类活动影响下,能够引起地下水污染的污染物穿过包气带,对地下水环境产生的危害程度。

3.2

地下水脆弱性 **groundwater vulnerability**

由于自然条件变化或人类活动影响,地下水遭受破坏的趋向和可能性,反映了地下水对自然和(或)人类活动影响的应付能力。

3.3

水源地敏感性 **drinking source sensibility**

表征产生地下水水源地水质问题的难易程度和可能性大小,反映了地下水水源地承受人为胁迫的能力。

4 技术流程

集中式地下水饮用水水源地补给区污染源强评价与分级工作,主要包括方案判定、评价与分级方法、报告编制等三个步骤。本标准中的地下水水质监测指标超标,是指人为因素所引起的地下水水质超标,不考虑天然劣质指标。

评价与分级流程见图 1。

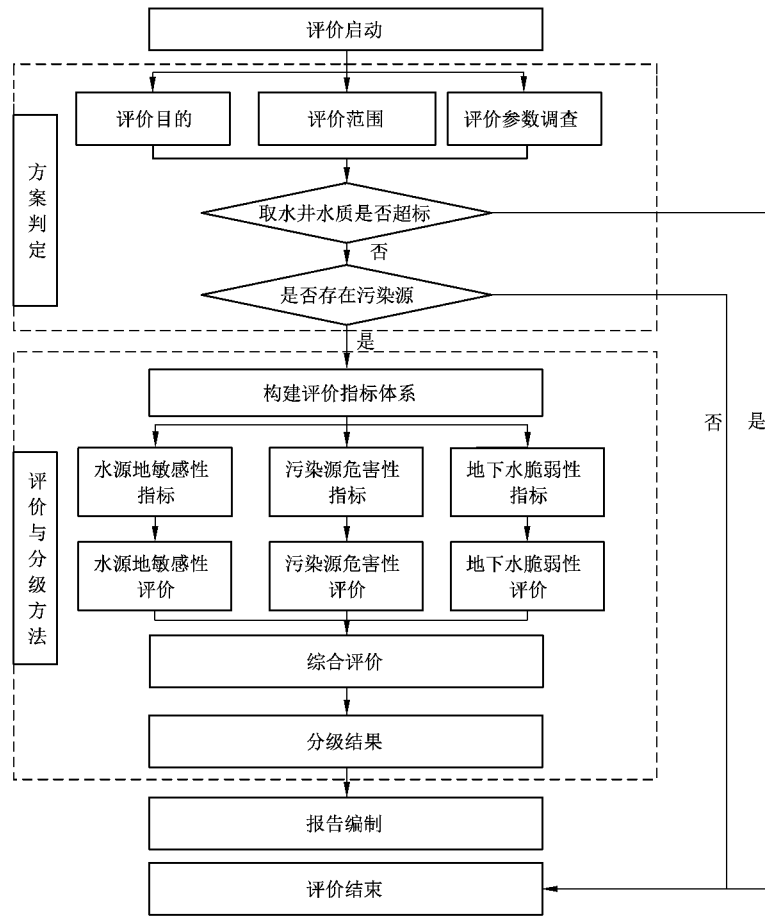


图 1 集中式地下水饮用水水源地补给区污染源强评价与分级流程图

5 方案判定

5.1 评价目的

评估地下水饮用水水源地补给区内污染源对地下水水质的影响；评估单个污染源对地下水危害性；污染源强分级，为环境管理部门有针对性的制定水源地保护、防控相关措施提供技术支撑。

5.2 评价范围

集中式地下水饮用水水源地补给区污染源强评价范围，应涵盖 HJ 338 中规定的饮用水水源准保护区范围。可根据污染源影响距离，适当扩大评价范围，以使对水源地有潜在影响的污染源均包括在评价范围之内。

5.3 评价指标调查

以资料收集为主，现场实地调查为辅，建立集中式地下水饮用水水源地补给区基础状况信息库，调查信息表见附录 A。资料来源包括城市饮用水水源地基础环境状况调查评价报告，水源地供水勘察报

告、水利普查和全国农村饮水安全工程规划、污染源普查、土壤污染状况调查、环境影响评价报告等。

污染源基本信息,主要从现有的工业、生活、农业等方面开展调查。选择可能对地下水环境产生影响的各类重点污染源进行信息收集,包括工业污染源、矿山开采区、危险废物处置场、垃圾填埋场、石油储存销售企业、农业污染源、高尔夫球场以及地表污水,见表 1。

表 1 污染源清单填报范围及资料来源

编号	污染源类型	填报范围	资料来源
1	工业污染源	县级以上(含县级)工业园区、重点行业 工业污染企业、废弃场地	污染源普查、土壤污染状况调查
2	矿山开采区	大中型矿山	矿山调查表、污染源普查
3	危险废物处置场	全部	污染源普查
4	垃圾填埋场	正规垃圾填埋场和 200 t 以上的非正规 垃圾填埋场	污染源普查
5	石油储存销售企业	全部	加油站及储油库名单、环境影响评价 报告
6	农业污染源	农业集中种植区、再生水农用水、规模 化畜禽养殖场	水利普查、污染源普查
7	高尔夫球场	全部	环境影响评价报告
8	地表污水	V 类和劣于 V 类的地表水体	水环境监测报告

5.4 判定依据

将水源地补给区内的污染源分成高风险、中风险和低风险三个等级。根据 GB/T 14848,针对不同地下水水源地的具体情况,进行方案判定。

若取水井水质监测指标存在超标现象,则污染源强评价级别为高风险,评价结束。

若取水井水质监测指标不存在超标现象,且调查范围内不存在表 1 中的污染源,则污染源强评价级别为低风险,评价结束。

若取水井水质监测指标不存在超标现象,但是调查范围内存在表 1 中的污染源,则根据水源地敏感性、污染源危害性及地下水脆弱性的差异,按标准评价技术流程进行水源地敏感性、污染源危害性、地下水脆弱性评价和分级,并将分级结果进行加权叠加,最终形成集中式地下水饮用水水源地补给区污染源强评价与分级结果。

6 评价与分级方法

6.1 污染源强评价指标体系

集中式地下水饮用水水源地补给区污染源强综合评价指标体系见表 2。

表2 集中式地下水饮用水水源地补给区污染源强综合评价指标体系表

目标层	系统层	指标层
集中式地下水饮用水水源地补给区污染源强评价与分级指标体系(PE)	水源地敏感性(DSS)	地下水埋藏条件(S_1)
		水源地类型(S_2)
		水源地补给类型(S_3)
		水源取水井与污染源的距離(S_4)
		水源地规模(S_5)
	污染源危害性(PSH _综)	优控污染物综合评价指数(B_1)
		释放源强(B_2)
		释放位置(B_3)
		污染路径(B_4)
		影响面积比(B_5)
		防护措施(B_6)
		存在时间(B_7)
	地下水脆弱性(DI)	地下水埋深(D)
		净补给量(R)
		含水层介质(A)
		含水层水力传导系数(C)
		土壤介质(S)
		包气带介质(I)
		地形坡度(T)

6.2 评价指标

6.2.1 水源地敏感性指标

水源地敏感性指标包括:地下水埋藏条件(S_1)、水源地类型(S_2)、水源地补给类型(S_3)、水源取水井与污染源距离(S_4)、水源地规模(S_5),见表3。

表3 水源地敏感性指标说明

评价指标	单位	数据来源	说明
地下水埋藏条件 S_1	—	城市饮用水水源地基础环境状况调查评价报告	分为潜水型和承压水型
水源地类型 S_2	—	城市饮用水水源地基础环境状况调查评价报告	分为孔隙水型、裂隙水型和岩溶水型
水源地补给类型 S_3	—	城市饮用水水源地基础环境状况调查评价报告	分为未超采、均衡、超采类型

表 3 (续)

评价指标	单位	数据来源	说明
水源取水井与污染源的 距离 S_4	m	城市饮用水水源地基础环境状况调查评价报告,水源地供水勘察报告、水利普查、污染源普查	当污染源数量大于 1 时,水源取水井与污染源的取平均距离
水源地规模 S_5	m ³	城市饮用水水源地基础环境状况调查评价报告,水源地供水勘察报告、水利普查	根据水源地日供水量划分水源地规模

6.2.2 污染源危害性指标

污染源危害性指标包括:优控污染物综合评价指数(B_1)、释放源强(B_2)、释放位置(B_3)、污染路径(B_4)、影响面积(B_5)、防治措施(B_6)和存在时间(B_7),见表 4。

表 4 污染源危害性指标说明

指标名称	单位	数据来源	说明
优控污染物 综合评价指数 B_1	—	污染源普查、土壤污染状况调查、环境影响评价报告	优控污染物综合评价是对各类污染源涉及的众多污染物进行筛选和计算。综合考虑污染物毒性、迁移性、降解性因素对地下水环境可能造成的风险大小,采用修正的内梅罗指数法进行潜在风险计算。见附录 B
释放源强 B_2	m ³ /a	污染源普查、土壤污染状况调查、环境影响评价报告	本标准给出工业污染源、矿山开采区、危险废物处置场、垃圾填埋场、石油储存销售企业、农业污染源、高尔夫球场及地表污水共 8 类地下水污染源的释放源强计算方法。见附录 C
释放位置 B_3	—	污染源普查、土壤污染状况调查、环境影响评价报告	分为地表面、包气带、含水层 3 个位置
污染路径 B_4	—	污染源普查、土壤污染状况调查、环境影响评价报告	地下水的污染路径是指污染物从污染源进入地下水中需要经过的路径,包括间歇入渗型、连续入渗型、越流及径流型。间歇入渗型主要适用于垃圾填埋场、排土场和农业活动区;连续入渗型主要适用于受污染的地表水、渠、坑等污水的渗漏;越流及径流型污染主要适用于人为开采、地质天窗和特殊通道的渗漏
影响面积比 B_5	—	污染源普查、土壤污染状况调查、经验值	影响面积比指污染源影响半径所覆盖的面积占总评价区面积的百分比,工业渣堆及农业面源的影响面积比可采用实际占用面积来计算;对于渗坑类、排污河等点、线状污染源,它们的影响面积比在实际调查中较难获取,可依据经验值来设定。设定渗坑类点状潜在污染源的影响半径为 200 m,河流类线状潜在污染源的影响范围设定为 100 m

表 4 (续)

指标名称	单位	数据来源	说明
防护措施 B_6	—	污染源普查、土壤污染状况调查、环境影响评价报告	按照地下水污染源防渗措施的可靠性,将其分为密封、部分密封和暴露 3 种类型
存在时间 B_7	a	污染源普查、土壤污染状况调查、环境影响评价报告	污染源存在时间的长短

6.2.3 地下水脆弱性指标

地下水脆弱性指标包括:地下水埋深(D)、净补给量(R)、含水层介质(A)、土壤介质(S)、包气带介质(I)、含水层水力传导系数(C)、地形坡度(T),见表 5。

表 5 地下水脆弱性指标说明

指标名称	单位	数据来源	说明
地下水埋深 D	m	水平年高水位期地下水水位统测资料	对于非承压含水层,其埋深是指地表至等水位线的深度。对于承压含水层,其埋深是指地表至含水层顶板即承压层底板的深度。对于半承压含水层,根据承压岩层的渗透性选择承压或非承压含水层进行评价。当含水层具有轻微的渗透性时,可当作承压含水层进行评价。相反,当含水层具有较大的渗透性时,可当作非承压含水层进行评价
净补给量 R	mm/a	降水量减去地表径流量和蒸散量或降水量乘以降水入渗系数	以大气降水为区域潜水补给最主要来源时,可近似采用降水入渗补给量代替垂向净补给量;在有其他主要的补给途径时,要综合考虑各种补给来源对潜水的补给量。在农灌区需迭加灌溉回归量,在地表水和地下水有水力联系的评估区应迭加地表水渗漏量
含水层介质 A	—	钻孔资料	水源地取水层介质
含水层水力传导系数 C	m/d	经验值或野外抽水试验	水力传导系数是根据含水层的抽水试验计算得出的,也可用单井涌水量估计水力传导系数
土壤介质 S	—	钻孔柱状图或区域土壤分区图	渗流区最上部具有显著生物活动的部分,在本标准中指距地表平均厚度 2 m 或小于 2 m 的地表风化层
包气带介质 I	—	钻孔柱状图或野外剖面	潜水位线以上的非饱水带。在评价承压含水层时,既包括以上所述的包气带,也包括承压含水层以上的饱水带
地形坡度 T	%	数字高程模型(DEM)坡度提取	利用 1:5 万或 1:1 万地形图的 DEM 提取后,在地理信息系统(GIS)中可自动生成坡度值

6.3 指标评分

6.3.1 指标评分说明

集中式地下水饮用水水源地补给区污染源强评价指标的评分区间为 1~10,数值越大,地下水越易受到污染。

6.3.2 水源地敏感性指标评分

水源地敏感性指标评分见表 6。

表 6 集中式地下水饮用水水源地补给区敏感性指标评分

指标名称	指标值	推荐评分值
地下水埋藏条件 ^[1-2] S_1	潜水型 承压水型	7~10 1~3
水源地类型 ^[3] S_2	孔隙水型 裂隙水型 岩溶水型	1~3 4~7 8~10
水源地补给类型 ^[4] S_3	未超采 均衡 超采	1~3 4~7 8~10
水源取水井与 污染源的距离 ^[5] S_4	$>2 \times 10^4$ m 1×10^4 m~ 2×10^4 m 5×10^3 m~ 1×10^4 m $<5 \times 10^3$ m	1~2 2~6 6~8 9~10
水源地规模 ^[6] S_5	$<1 \times 10^4$ m ³ 1×10^4 m ³ ~ 3×10^4 m ³ 3×10^4 m ³ ~ 6×10^4 m ³ 6×10^4 m ³ ~ 1×10^5 m ³ $>1 \times 10^5$ m ³	1~2 3~4 5~6 7~8 9~10

6.3.3 污染源危害性评价指标评分

污染源危害性指标评分见表 7。

表 7 集中式地下水饮用水水源地补给区污染源危害性指标评分

指标名称	指标值	推荐评分值
优控污染物综合 评价指数 ^[7] B_1	<0.8 0.80~2.50 2.50~4.25 4.25~7.2 >7.20	1~3 3~5 5~7 7~9 9~10

表 7 (续)

指标名称	指标值	推荐评分值
释放源强 ^[8,14] B_2	$\leq 5 \times 10^5 \text{ m}^3/\text{a}$ $5 \times 10^5 \text{ m}^3/\text{a} \sim 1 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{a}$ $1 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{a} \sim 5 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{a}$ $5 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{a} \sim 1 \times 10^7 \text{ m}^3/\text{a}$ $> 1 \times 10^7 \text{ m}^3/\text{a}$	1~2 2~4 4~6 6~8 8~10
释放位置 ^[9] B_3	地表 包气带 含水层	4~6 7~9 10
污染路径 ^[1,10] B_4	间歇入渗型 连续入渗型 越流及径流型	4~6 7~9 9~10
影响面积比 ^[11] B_5	$\leq 0.1\%$ $0.1\% \sim 1\%$ $1\% \sim 10\%$ $10\% \sim 100\%$	2~3 4~6 7~8 9~10
防护措施 ^[12] B_6	密封 部分密封 暴露	1~2 4~7 8~10
存在时间 ^[10] B_7	$\leq 1 \text{ a}$ $1 \text{ a} \sim 5 \text{ a}$ $5 \text{ a} \sim 10 \text{ a}$ $10 \text{ a} \sim 20 \text{ a}$ $> 20 \text{ a}$	1~2 3~4 5~6 7~8 9~10

6.3.4 地下水脆弱性评价指标评分

地下水脆弱性指标评分见表 8。

表 8 集中式地下水饮用水水源地补给区地下水脆弱性指标评分^[13,15-17]

指标名称	指标值	推荐评分值
地下水埋深 D	0 m~1.5 m 1.5 m~4.6 m 4.6 m~9.1 m 9.1 m~15.2 m 15.2 m~22.9 m 22.9 m~30.5 m >30.5 m	9~10 8~9 7~8 5~6 3~4 2~3 1~2

表 8 (续)

指标名称	指标值	推荐评分值
净补给量 <i>R</i>	0 mm/a~51 mm/a 51 mm/a~102 mm/a 102 mm/a~178 mm/a 178 mm/a~254 mm/a >254 mm/a	1~2 2~3 4~7 7~9 8~10
含水层介质 <i>A</i>	块状页岩 变质岩、火成岩 风化的变质岩、火成岩 薄层状砂岩、灰岩、页岩 块状砂岩 块状灰岩 砂砾石 玄武岩 岩溶发育灰岩	1~3 2~5 3~5 5~9 4~9 4~9 6~9 2~10 9~10
土壤介质 <i>S</i>	薄层或缺失 砾石 砂 胀缩性黏土 砂质壤土 壤土 粉质壤土 非胀缩性黏土	10 10 8~9 6~8 5~7 4~6 3~5 2~4 1~2
地形坡度 <i>T</i>	0~2% 2%~6% 6%~12% 12%~18% >18%	9~10 9~10 4~6 2~4 1~2
包气带介质 <i>I</i>	粉土、黏土 页岩 灰岩 砂岩 层状的灰岩、砂岩、页岩 含较多粉粒和粘粒的砂砾石 变质岩、火成岩 砂砾石 玄武岩 岩溶发育灰岩	1~2 2~5 2~7 4~8 4~8 4~8 2~8 6~9 2~10 8~10
含水层水力 传导系数 <i>C</i>	0.04 m/d~4.1 m/d 4.1 m/d~12.2 m/d 12.2 m/d~28.5 m/d 28.5 m/d~40.7 m/d 40.7 m/d~81.5 m/d >81.5 m/d	1~2 2~3 4~5 6~7 8~9 9~10

6.4 评价与分级

6.4.1 权重说明

集中式地下水饮用水水源地补给区污染源强评价分级指标的权重区间为 1~5,数值越大,表明该项指标对地下水受污染的影响越大,本标准推荐权重赋值见表 9。

表 9 分类评价指标及推荐权重

水源地敏感性(DSS)		污染源危害性(PSH _综)		地下水脆弱性(DI)	
指标	推荐权重	指标	推荐权重	指标	推荐权重
S_1	2	B_1	5	D	5
S_1	3	B_2	4	R	4
S_3	3	B_3	4	A	3
S_4	4	B_4	2	S	2
S_5	5	B_5	2	T	1
—	—	B_6	3	I	5
—	—	B_7	3	C	3
注:具体指标含义见表 2。					

6.4.2 分类评价

6.4.2.1 水源地敏感性评价

水源地敏感性指数用 DSS 表示。DSS 由地下水埋藏条件(S_1)、水源地类型(S_2)、水源地补给类型(S_3)、水源取水井与污染源距离(S_4)、水源地规模(S_5)的单项得分加权计算后得到。计算公式见式(1):

$$DSS = \sum_{i=1}^{i=5} r(S_i) \times w(S_i) \dots\dots\dots (1)$$

式中 r 表示指标值, w 表示指标的权重。
当 DSS 值越大,水源地敏感性越高,反之敏感性越低。

6.4.2.2 污染源危害性评价

6.4.2.2.1 单个污染源危害性评价

单个污染源危害性指数用 PSH 表示。PSH 由优控污染物综合评价指数(B_1)、释放源强(B_2)、释放位置(B_3)、污染路径(B_4)、影响面积比(B_5)、防护措施(B_6)、存在时间(B_7)的单项得分加权计算后得到。计算公式见式(2):

$$PSH = \sum_{i=1}^{i=7} r(B_i) \times w(B_i) \dots\dots\dots (2)$$

式中 r 表示指标值, w 表示指标的权重。
当 PSH 越大,单个污染源危害性越高,反之危害性越低。

6.4.2.2.2 补给区内污染源危害性综合评价

污染源危害性指数是指补给区内所有污染源的危害性综合评价指数,用 $PSH_{\text{综}}$ 表示。 $PSH_{\text{综}}$ 由补给区内所有污染源危害性指数,通过加权叠加,取平均值后得到。计算公式见式(3):

$$PSH_{\text{综}} = \frac{\sum_{n=1}^{n=m} (PSH_n \times W_n)}{m} \dots\dots\dots (3)$$

式中:

PSH_n ——第 n 个污染源危害性指数;

W_n ——第 n 个污染源危害性评价指标的权重,见表 10;

m ——补给区内污染源个数。

$PSH_{\text{综}}$ 越大,补给区地下水污染源危害性越高,反之危害性越低。

表 10 补给区污染源危害性评价指标推荐权重

污染源	类别	推荐权重 (W)
工业污染源	石油加工、炼焦及核燃料加工业	5
	有色金属冶炼及压延加工业	5
	黑色金属冶炼及压延加工业	4
	化学原料及化学制品制造业	5
	纺织业	2
	皮革、毛皮、羽毛(绒)及其制品业	2
	金属制品业	3
	其他行业	1
矿山开采区	煤炭开采和洗选业、石油和天然气开采业	3
	黑色金属矿采选业	4
	有色金属矿采选业	5
	非金属矿采选业	2
危险废物处置场	工业危废、危险化学品为主	4
垃圾填埋场	生活垃圾、农业垃圾为主	3
石油储存销售企业	总石油类、多环芳烃类	5
农业种植或污灌	化肥、农药、重金属为主	3
规模化养殖场	抗生素药物为主	2
高尔夫球场	农药	3
地表污水	工业、生活、农业废水排放等	3
注:类别划定参照《地下水污染防治区划分工作指南》(环办[2014]99号)。		

6.4.2.3 地下水脆弱性评价

地下水脆弱性评价建议采用 DRASTIC 模型。DRASTIC 模型由地下水埋深(D)、净补给量(R)、含水层介质(A)、土壤介质(S)、地形坡度(T)、包气带介质(I)、含水层水力传导系数(C)等 7 个水文地

质参数组成,模型中每个指标都分成几个区段,每个区段赋予评分。然后根据每个指标对脆弱性影响大小,赋予相应权重,最后通过加权求和,得到地下水脆弱性指数(DI)。

该模型应用时假设以下条件成立:

- a) 污染物经地表土壤层、包气带进入含水层;
- b) 污染物随水流入渗到地下水中;
- c) 污染物随水流动。

计算公式见式(4):

$$DI = r(D) \times w(D) + r(R) \times w(R) + r(A) \times w(A) + r(S) \times w(S) + r(T) \times w(T) + r(I) \times w(I) + r(C) \times w(C) \dots\dots\dots (4)$$

式中 r 表示指标值, w 表示指标的权重。

DI 越大,补给区地下水脆弱性越高,反之脆弱性越低。

6.4.3 分类评价结果分级

水源地敏感性 DSS、污染源危害性 PSH_综、地下水脆弱性 DI 各自独立评估,评估结果分级方式、评估分值与结果对照见表 11。

表 11 分类评估值与结果对照表

序号	评价分值	评价结果
1	$DSS \geq 120; PSH_{综} \geq 800; DI \geq 140$	高风险
2	$70 \leq DSS < 120; 500 \leq PSH_{综} < 800; 95 \leq DI < 140$	中风险
3	$DSS < 70; PSH_{综} < 500; DI < 95;$	低风险
注: 对于单个污染源危害性评价,当 $PSH \geq 180$ 时,为高风险; $130 \leq PSH < 180$ 时,为中风险; $PSH < 130$ 时,为低风险。		

6.4.4 综合评价结果分级

集中式地下水饮用水水源地补给区污染源强综合评价结果 PE 由水源地敏感性 DSS、污染源危害性 PSH_综、地下水脆弱性 DI 共同确定,3 个变量共计有 27 种状态,分别对应高、中、低风险三个等级,见表 12。

表 12 集中式地下水饮用水水源地补给区污染源强综合评价结果分级

DSS/PSH _综 /DI	PE	DSS/PSH _综 /DI	PE	DSS/PSH _综 /DI	PE
低/低/低	低风险	中/低/低	低风险	高/低/低	低风险
低/低/中	低风险	中/低/中	中风险	高/低/中	中风险
低/低/高	低风险	中/低/高	中风险	高/低/高	中风险
低/中/低	低风险	中/中/低	中风险	高/中/低	中风险
低/中/中	中风险	中/中/中	中风险	高/中/中	中风险
低/中/高	中风险	中/中/高	中风险	高/中/高	高风险
低/高/低	低风险	高/低/低	低风险	高/高/低	中风险
低/高/中	中风险	高/低/中	中风险	高/高/中	高风险
低/高/高	中风险	高/低/高	中风险	高/高/高	高风险

7 提出防控对策

通过开展集中式地下水饮用水水源地补给区污染源强评价与分级工作,将水源地补给区内的污染源分成高风险、中风险和低风险三个等级,从而对不同级别的污染源分别提出相应的防控对策方案。

高风险:污染源对于地下水环境影响较大,优先考虑主动防控对策,以污染源移除或原位污染治理技术为主,或根据实际情况,考虑更换水源。

中风险:污染源对于地下水环境影响一般,优先考虑被动防控对策,以污染源和地下水环境质量检测预警为主。

低风险:污染源对于地下水环境影响较小,优先考虑制度防控对策。

8 报告编制

《集中式地下水饮用水水源地补给区污染源强评价与分级报告》主要包括评估目的、评价范围、评价参数调查、评价与分级方法、评价结果等部分内容,共分 8 个章节,见附录 D。

附 录 A
(规范性附录)
调查信息表

调查信息表见表 A.1。

表 A.1 调查信息表

水源地基本信息			
名称		地址	
地下水埋藏条件		水源地类型	
水源地补给类型		水源取水井与 污染源的距离/m	
水源地 规模/m ³			
污染源基本信息			
污染源名称		污染源地址	
经纬度		面积/m ²	
释放源强/(m ³ /a)		释放位置	
污染路径		防护措施	
存在时间/a			
污染源特征污染物			
序号	名称	初始浓度/(mg/L)	释放浓度/(mg/L)
1			
2			
3			
地下水基本信息			
地下水埋深/m		净补给量/(m ³ /a)	
含水层介质		含水层水力传导 系数/(cm/s)	
土壤介质		包气带介质	
地形坡度/(°)			
备注			

附 录 B
(规范性附录)

优控污染物综合评价指数计算方法

B.1 优控污染物识别方法

对照 GB/T 14848, 根据集中式地下水饮用水水源地补给区污染源调查和水质监测结果, 通过对污染物识别指标进行评分并赋予权重, 将污染物进行初筛, 识别出优控污染物。推荐指标评分与权重见表 B.1。

表 B.1 地下水优控污染物识别推荐指标评分与权重

优控污染物识别指标	指标值	推荐评分值	推荐权重值
毒性(T)	$C_i \leq C_i(Ⅰ)$	0	1
	$C_i(Ⅰ) < C_i \leq C_i(Ⅱ)$	2	
	$C_i(Ⅱ) < C_i \leq C_i(Ⅲ)$	4	
	$C_i(Ⅲ) < C_i \leq C_i(Ⅳ)$	6	
	$C_i(Ⅳ) < C_i \leq C_i(Ⅴ)$	8	
	$C_i > C_i(Ⅴ)$	10	
迁移性(M)	$K_d > 10$	0	5
	$8 < K_d \leq 10$	2	
	$6 < K_d \leq 8$	4	
	$4 < K_d \leq 6$	6	
	$2 < K_d \leq 4$	8	
	$K_d \leq 2$	10	
降解性(Y)	$T_{1/2} \leq 10$	0	2
	$10 < T_{1/2} \leq 20$	2	
	$20 < T_{1/2} \leq 30$	4	
	$30 < T_{1/2} \leq 40$	6	
	$40 < T_{1/2} \leq 50$	8	
	$T_{1/2} > 50$	10	
注: C_i 为第 i 种污染物浓度,mg/L; $C_i(Ⅰ)$ 、 $C_i(Ⅱ)$ 、 $C_i(Ⅲ)$ 、 $C_i(Ⅳ)$ 、 $C_i(Ⅴ)$ 为 GB/T 14848 中第 i 种污染物的Ⅰ、Ⅱ、Ⅲ、Ⅳ、Ⅴ级浓度限值; K_d 为吸附系数,g/cm ³ ; $T_{1/2}$ 为污染物半衰期,d。			

优控污染物危害性指数(A)计算公式见式(B.1):

$$A = T + 5M + 2Y \quad \dots\dots\dots (B.1)$$

式中:

T —— 毒性评分;

M —— 迁移性评分;

Y —— 降解性评分。

危害性指数数值越大,危害性越大;1、5、2 为推荐权重。

将以上计算结果作为依据,根据地下水污染特征,识别出的地下水污染源对应的一个或多个优控污染物。

B.2 优控污染物综合评价指数计算方法

优控污染物综合评价指数计算采用修正的内梅罗指数法,具体步骤如下:

依据 GB/T 14848,将第 i 种污染物的浓度与标准值进行比较,依据表 B.2 确定第 i 种污染物的评分值 L_i 。

表 B.2 地下水质量评分

级别	I	II	III	IV	V
L_i	0	1	3	6	10

计算 n 种污染物评分加权平均值,计算公式见式(B.2):

$$L_{\text{加权平均}} = \frac{\sum_{i=1}^n (L_i \times a_i)}{n} \dots\dots\dots (B.2)$$

式中:

$$a_i = \frac{n/l_i}{\sum_{i=1}^n n/l_i} \dots\dots\dots (B.3)$$

$i \in (1, 2, \dots, n)$

式中:

- $L_{\text{加权平均}}$ —— n 种污染物评分加权平均值;
- a_i ——第 i 种污染物的权重,其大小由该污染物在地下水优控污染物识别后的排序位置而定;
- l_i ——第 i 种优控污染物危害性大小的排序。

计算修正的内梅罗污染综合污染指数,计算公式见式(B.4):

$$L_{\text{综}} = \sqrt{\frac{L_{\text{加权平均}}^2 + L_{i\text{max}}^2}{2}} = B_1 \dots\dots\dots (B.4)$$

式中:

$L_{\text{综}}$ ——修正的内梅罗综合污染指数,即优控污染物综合评价指数 B_1 。

附录 C

(规范性附录)

污染源释放源强计算方法

C.1 工业污染源(重点工业园)

C.1.1 废水池

企业的废水池在使用功能上可用作沉淀池、曝气池、污泥浓缩池、消化池以及其他贮水、贮液的构筑物,建造方式多为地下或者是半地下的钢筋混凝土结构。废水池释放源强计算公式见式(C.1):

$$Q_{\text{排}} = 0.45C \times P \times L \times h^{1/3} / (4 \times 10^6 + 3650\sqrt{v}) \quad \dots\dots\dots (C.1)$$

式中:

$Q_{\text{排}}$ —— 废水池释放源强,单位为立方米每秒(m^3/s);

P —— 废水池的湿周,单位为米(m);

L —— 废水池长度,单位为米(m);

h —— 废水池水深,单位为米(m);

v —— 废水池流速,单位为米每秒(m/s);

C —— 入渗系数,与废水池池底的材质有关。

C.1.2 储罐及管线

工业园区广泛使用的单层无防腐保护层的地上储罐、地下储罐和管线的渗漏,大多是由于罐底或管线受腐蚀穿孔后造成,其渗漏一般属于小孔渗漏。储罐及管线释放源强计算公式见式(C.2):

$$Q_{\text{排}} = C_v A \sqrt{\frac{2(P - P_0)}{\rho} + 2g \times h} \quad \dots\dots\dots (C.2)$$

式中:

$Q_{\text{排}}$ —— 储罐及管线的释放源强,单位为立方米每天(m^3/d);

P —— 容器内介质压力,单位为帕(Pa);

P_0 —— 环境压力,单位为米(Pa);

ρ —— 渗漏液体密度,单位为千克每立方米(kg/m^3);

g —— 重力加速度,单位为米每二次方秒(m/s^2);

h —— 小孔之上液位高度,单位为米(m);

A —— 小孔面积,单位为平方米(m^2);

C_v —— 液体渗漏系数,可按表 C.1 选取。

表 C.1 液体渗漏系数

雷诺数 Re	小孔形状		
	圆形(多边形)	三角形	长方形
>100	0.65	0.60	0.55
≤ 100	0.50	0.45	0.40

C.2 矿山开采区

C.2.1 尾矿库

尾矿浸出液的释放源强计算公式见式(C.3)：

$$Q_{\text{排}} = K \frac{h}{h_0} A \quad \dots\dots\dots (C.3)$$

式中：

$Q_{\text{排}}$ ——尾矿浸出液的释放源强，单位为立方米每天(m^3/d)；

K ——尾矿库垫层渗透系数，单位为米每天(m/d)；

h ——尾矿库浸出液高度，单位为米(m)；

h_0 ——尾矿库垫层厚度，单位为米(m)；

A ——尾矿库面积，单位为平方米(m^2)。

C.2.2 排土(石)场

排土场浸出液的释放源强计算公式见式(C.4)：

$$Q_{\text{排}} = C \times A \times I \times 10^{-3} \quad \dots\dots\dots (C.4)$$

式中：

$Q_{\text{排}}$ ——排土场浸出液的释放源强，单位为立方米每天(m^3/d)；

A ——排土场面积，单位为平方米(m^2)；

I ——最大年或月降水量的日换算值，单位为毫米每天(mm/d)；

C ——排土场下渗系数，一般取 0.2~0.8，依废土废石性质而定，一般多取 $C=0.5$ 。

C.3 危险废物处置场和垃圾填埋场

危险废物处置场和垃圾填埋场渗滤液产生量计算公式见式(C.5)：

$$Q_{\text{产}} = (C_1 A_1 + C_2 A_2) \times I \times 10^{-3} \quad \dots\dots\dots (C.5)$$

式中：

$Q_{\text{产}}$ ——危险废物处置场和垃圾填埋场渗滤液产生量，单位为立方米每天(m^3/d)；

A_1 ——填埋场作业区面积，单位为平方米(m^2)；

A_2 ——填埋场覆盖区面积，单位为平方米(m^2)；

I ——最大年或月降水量的日换算值，单位为毫米每天(mm/d)；

C_1 ——填埋场作业区下渗系数；

C_2 ——填埋场覆盖区下渗系数。

下渗系数表示降雨量转化为渗滤液的比值，运行中的填埋场 C 值一般取 0.2~0.8，封场的填埋场 C 值一般取 0.3~0.4。

根据具体情况， C_1 取值范围通常为 0.4~0.8， C_2 取值范围通常为 0.2~0.4。

C.4 石油储存销售企业

加油站地下储罐(尤其是单层罐)由于腐蚀生锈会发生渗漏，会对地下水安全构成严重威胁，储罐渗漏释放源强计算公式见式(C.6)：

$$Q_{\text{排}} = C_v \times A \sqrt{\frac{2(P - P_0)}{\rho} + 2g \times h} \dots\dots\dots (C.6)$$

式中:

$Q_{\text{排}}$ ——储罐渗漏释放源强,单位为立方米每天(m^3/d);

C_v ——汽油渗漏系数,按表 C.1 选取;

A ——小孔面积,单位为平方米(m^2);

P ——容器内汽油压力,单位为帕(Pa);

P_0 ——环境压力,单位为帕(Pa);

ρ ——汽油密度,单位为千克每立方米(kg/m^3);

g ——重力加速度,单位为米每二次方秒(m/s^2);

h ——小孔之上液位高度,单位为米(m)。

C.5 农业污染源和高尔夫球场

农业污染源和高尔夫球场灌溉水入渗速度计算公式见式(C.7):

$$i = i_1 t^{-\alpha} \dots\dots\dots (C.7)$$

式中:

i ——灌溉水入渗速度,单位为米每天(m/d);

α ——经验指数;

i_1 ——第一个单位时间末的渗吸速度,单位为米每天(m/d);

t ——灌溉时间,单位为天(d)。

α 值根据土壤性质和初始含水率而定,变化介于 0.3~0.8 之间,轻质土壤 α 值较小,重质土壤 α 值较大;初始含水率越大, α 值越小,一般土壤多取 $\alpha=0.5$ 。

因此,农业污染源和高尔夫球场灌溉渗漏释放源强的计算公式见式(C.8):

$$Q_{\text{排}} = A \frac{i_1}{1-\alpha} t^{1-\alpha} \dots\dots\dots (C.8)$$

式中:

$Q_{\text{排}}$ ——农业污染源和高尔夫球场灌溉渗漏释放源强,单位为立方米每天(m^3/d);

A ——灌溉区面积,单位为平方米(m^2)。

C.6 地表污水

地表污水下渗释放源强的计算公式见式(C.9):

$$Q_{\text{排}} = L \times b \times k \times \frac{h_0 + h}{h} \dots\dots\dots (C.9)$$

式中:

$Q_{\text{排}}$ ——地表污水的下渗释放源强,单位为立方米每天(m^3/d);

L ——地表污水渗漏长度,单位为米(m);

b ——地表污水水面宽度,单位为米(m);

k ——地表污水底部地层渗透系数,单位为米每天(m/d);

h_0 ——地表污水水深,单位为米(m);

h ——地表污水底部表层弱透水层厚度,单位为米(m)。

附录 D
(资料性附录)

集中式地下水饮用水水源地补给区污染源强评价与分级
报告编制大纲

集中式地下水饮用水水源地补给区污染源强评价与分级报告编制大纲见图 D.1。

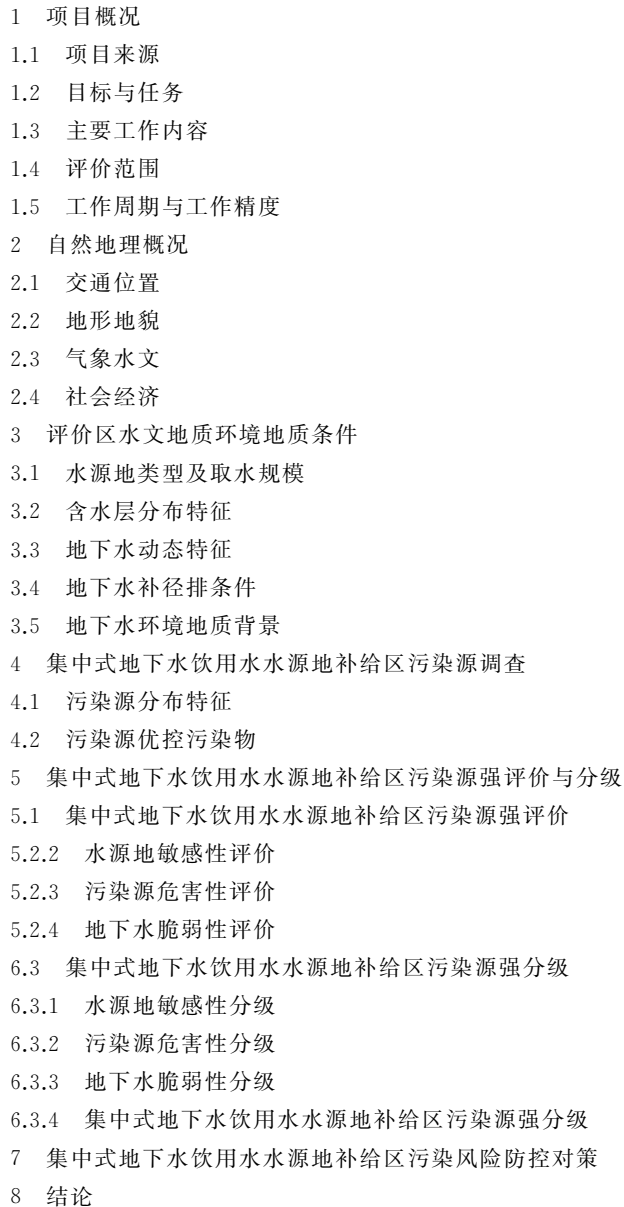
- 
- 1 项目概况
 - 1.1 项目来源
 - 1.2 目标与任务
 - 1.3 主要工作内容
 - 1.4 评价范围
 - 1.5 工作周期与工作精度
 - 2 自然地理概况
 - 2.1 交通位置
 - 2.2 地形地貌
 - 2.3 气象水文
 - 2.4 社会经济
 - 3 评价区水文地质环境地质条件
 - 3.1 水源地类型及取水规模
 - 3.2 含水层分布特征
 - 3.3 地下水动态特征
 - 3.4 地下水补径排条件
 - 3.5 地下水环境地质背景
 - 4 集中式地下水饮用水水源地补给区污染源调查
 - 4.1 污染源分布特征
 - 4.2 污染源优控污染物
 - 5 集中式地下水饮用水水源地补给区污染源强评价与分级
 - 5.1 集中式地下水饮用水水源地补给区污染源强评价
 - 5.2.2 水源地敏感性评价
 - 5.2.3 污染源危害性评价
 - 5.2.4 地下水脆弱性评价
 - 5.2 集中式地下水饮用水水源地补给区污染源强分级
 - 6.3.1 水源地敏感性分级
 - 6.3.2 污染源危害性分级
 - 6.3.3 地下水脆弱性分级
 - 6.3.4 集中式地下水饮用水水源地补给区污染源强分级
 - 6 集中式地下水饮用水水源地补给区污染风险防控对策
 - 7 结论

图 D.1 集中式地下水饮用水水源地补给区污染源强评价与分级报告编制大纲

参 考 文 献

- [1] 薛禹群. 地下水动力学原理[M].北京:地质出版社,1986
 - [2] 雅·贝尔. 许渭铭,译. 地下水水力学[M].北京:地质出版社,1985
 - [3] 林学钰等. 地下水管理[M].北京:地质出版社,1995
 - [4] 朱学愚. 地下水资源评价[M]. 南京:南京大学出版社,1987
 - [5] 殷昌平. 地下水水源地勘查与评价[M]. 北京:地质出版社,1993
 - [6] 李国敏. 地下水源地保护区划分方法与应用[M]. 北京:中国环境科学出版社,2011
 - [7] GB/T 14848—2017 地下水质量标准
 - [8] 王晓红,张新钰,林健. 有机污染场地地下水风险评价指标体系构建的探讨[J]. 地球与环境,2012,40(1):000126-132
 - [9] 赵勇胜. 地下水污染场地污染的控制与修复[M]. 北京:科学出版社,2015
 - [10] 李娟,吕宁馨,杨洋,等. 典型场地地下水污染源强分级评价方法研究[J]. 环境工程学报,2014,8(11):4726-4736
 - [11] 金爱芳,张旭,李广贺,等. 地下水源地污染源危害性评价方法研究[J]. 中国环境科学,2012,32(6):1075-1079
 - [12] 申利娜,李广贺. 地下水污染风险区划方法研究[J]. 环境科学,2010,31(4):918-923
 - [13] 中国地质调查局. 地下水脆弱性评价技术要求(GWI-D3)[Z]. 2006
 - [14] Li J, Yang Y, Huan H, et al. Method for screening prevention and control measures and technologies based on groundwater pollution intensity assessment.[J]. Science of the Total Environment, 2016, 551-552:143-154
 - [15] National Research Council. Groundwater vulnerability assessment, contaminant potential under conditions of uncertainty[M]. National Academy Press, Washington, D.C., 1993, 210
 - [16] McCarthy J J, Canziani O F, Leary N A, et al. Climate Change 2001: Impacts, Adaptation and Vulnerability, Third Assessment Report of the IPCC. Cambridge UK: University Press, 2001
 - [17] Frind E O, Mollson J M, Rudolph D L. Well vulnerability: A quantitative approach for source water protection [J]. Groundwater, 2006, 44(5): 732-742
-

团 体 标 准
集中式地下水饮用水水源地补给区
污染源强评价与分级技术指南

T/GIA 001—2018

*

中国标准出版社出版发行
北京市朝阳区和平里西街甲2号(100029)
北京市西城区三里河北街16号(100045)

网址: www.spc.org.cn

服务热线: 400-168-0010

2019年2月第一版

*

书号: 155066 • 2-33877

版权专有 侵权必究



T/GIA 001—2018