

ICS

点击此处添加中国标准文献分类号

a

NB

中华人民共和国能源行业标准

NB/T XXXXX—XXXX

b

浅层地热能开发地质环境监测评价规范

Monitoring and evaluation specification for shallow geothermal energy development
impact on the geological environment

点击此处添加与国际标准一致性程度的标识

^c （征求意见稿）

d

XXXX—XX—XX 发布

XXXX—XX—XX 实施

国家能源局

发布

目 次

1 范围..... 1

2 规范性引用文件..... 1

3 术语和定义..... 1

4 总则..... 2

5 地质环境影响监测..... 3

6 地质环境影响监测平台..... 5

7 地质环境影响评价..... 5

附 录 A （规范性附录） 10

附 录 B （资料性附录） 11

前 言

本标准按照GB/T 1.1-2009《标准化工作导则 第1部分：标准的结构和编写》给出的规定起草。

本标准能源行业地热能专业标准化技术委员会提出并归口。

本标准起草单位：北京市地质矿产勘查开发局，北京市地热研究院，北京市华清地热开发集团有限公司，中国地调局浅层地温能研究与推广中心。

本标准主要起草人：

本标准于2018年XX月XX日首次发布。

浅层地热能开发地质环境监测评价规范

1 范围

本标准适用于浅层地热能开发利用（包括地埋管地源热泵系统、地下水地源热泵系统，不包括地表水、再生水热泵系统）地质环境监测系统建设及地质环境影响评价。

本标准规定了浅层地热能开发利用地质环境监测系统建设及地质环境影响评价的内容、方法和要求。

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，仅所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 50366 地源热泵系统工程技术规范

GB/T 14848-2017 地下水质量标准

DZ/T 0225 浅层地热能勘查评价规范

DB11/T1253 地埋管地源热泵系统工程技术规范

HJ-T 164-2004 地下水环境监测技术规范

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本标准。

3.1

浅层地热能 shallow geothermal energy

浅层地热能（亦称浅层地温能）指赋存于自然界江、河、湖、海等地表水源、污水（再生水）源及地表以下（一般小于200m）的岩土体和地下水中，温度低于25℃，可经热泵系统采集提取后用于建筑供热（冷）等的地热能资源。

3.2

地埋管地源热泵系统 buried pipe ground source heat pump system

传热介质通过竖直或水平地埋管换热器与岩土体进行热交换的地温能热泵系统。

3.3

地下水地源热泵系统 groundwater source heat pump system

通过地下水进行热交换的地温能热泵系统。

3.4

地源热泵系统 ground-source heat pump system

以岩土体、地下水或地表水为低温热源，由水源热泵机组、地温能交换系统、建筑物内系统组成的供热空调系统。根据地温能交换系统形式的不同，地源热泵系统分为地埋管地源热泵系统、地下水地源热泵系统和地表水地源热泵系统。

3.5

换热孔 heat exchange hole

地埋管地源热泵系统中，埋设地埋管换热器参与热量交换的钻孔。

3.6

换热监测孔 heat exchange monitoring hole

通过在换热孔内下入温度传感器，用于监测地埋管换热器换热过程中其周边地层温度变化的换热孔。

3.7

换热影响监测孔 heat exchange effect monitoring hole

通过在钻孔内下入温度传感器，用于监测换热孔、抽灌井温度变化影响范围的钻孔。

3.8

常温监测孔 initial temperature monitoring hole

通过在钻孔内下入温度传感器，用于监测不同季节地层原始温度的钻孔。

4 总则

4.1 浅层地热能开发地质环境影响监测与评价是通过建设监测系统对浅层地热能开发利用过程中地质环境因素的动态变化情况进行监测，评估浅层地热能资源开发利用过程中对地质环境的影响规律和程度，并提出预警及规避措施，保障浅层地热能资源的安全、可持续利用。

4.2 浅层地热能开发地质环境影响监测系统建设应设置地质环境影响监测平台，进行监测数据的显示、存储和预警，监测方式为长期、连续监测。

5 地质环境影响监测

5.1 监测内容

5.1.1 地源热泵系统应监测系统热源侧总管温度，建筑面积 10000m² 以上的地源热泵工程，还应根据工程的规模设置地质环境影响监测孔。

5.1.2 建筑面积 10000 m² 以上的地下水地源热泵系统监测包括如下内容：

- a) 系统热源侧总管温度；

- b) 背景地温场、水位、水质;
- c) 水井及周边地温场、水位、水质变化。

5.1.3 建筑面积 10000m² 以上的地埋管地源热泵系统监测包括如下内容:

- a) 系统热源侧总管温度;
- b) 背景地温场;
- c) 换热区及周边地温场变化。

5.2 系统热源侧总管温度监测

5.2.1 测温点应选择管道满液的位置。

5.2.2 总管温度监测宜采用插入式温度传感器, 根据管径大小选择传感器探头长度, 应使插深到达管路中心。测温元件外露部分应保温。

5.2.3 当传感器为后期安装且管道不可开孔时, 可采用贴片式温度传感器。安装时应先将测温点管道表面打磨干净, 涂抹导热介质, 再将贴片式温度传感器贴在管道表面, 并用胶布或扎带等缠绕牢固, 外部应做保温。

5.2.4 温度传感器精度不应低于 0.2℃,

5.3 地下温度及水位监测

5.3.1 地下水地源热泵系统监测要求:

- a) 应监测所有水井的水温、水位变化;
- b) 宜在水井影响半径内布设至少 1 个监测孔, 监测场区地温场、水位变化, 监测孔的布置应考虑地下水流动方向;
- c) 在竖直方向上, 监测孔的深度应不小于水井的深度。

5.3.2 竖直埋管地源热泵系统监测要求:

- a) 应设置地温场监测孔;
- b) 地温场监测孔的类型应包括换热监测孔、换热影响监测孔及常温监测孔, 换热监测孔的位置, 应包含布孔区的中心和边缘, 换热影响监测孔的位置应包含布孔区内部和外围, 常温监测孔距布孔区不小于 10m, 监测孔的布置应考虑地下水流动方向;
- c) 监测孔的深度应不小于换热孔的深度。

5.3.3 水平埋管地源热泵系统监测要求:

- a) 地温场监测点的类型包括换热监测点、换热影响监测点及常温监测点, 换热监测点的位置, 应包埋管设区的中心和边缘, 换热影响监测点的位置应包含埋管设区内部和外围, 常温监测点距埋管设区不小于 10m;
- b) 监测点的深度应包含所有埋管设层。

5.3.4 水井温度、液位传感器安装方法:

- a) 水井温度传感器安装方式分为井外埋设和井内埋设。井外埋设是将温度传感器安装于井管外壁, 井内埋设是将温度传感器下入井管内部;

- b) 水井温度应分层监测，温度传感器可按照地层岩性排布，也可均匀排布，间距不宜大于 20m，变温带温度传感器宜加密至间距 2m，不同监测孔内的温度传感器排布深度应相同；
- c) 水井液位传感器应采用井内埋设，必须位于水井年最低水位以下，且量程必须大于水位年变化幅度。

5.3.5 竖直地埋温度传感器安装方法：

- a) 竖直地埋温度传感器安装方式包括地埋管外埋设、地埋管内埋设和单独埋设。地埋管外埋设是将温度传感器预先固定在地埋管外部，随地埋管一同下入监测孔后回填；地埋管内埋设是先将地埋管下入监测孔后回填，再将温度传感器下入地埋管内部；单独埋设是将温度传感器单独下入监测孔后回填。
- b) 地埋管地源热泵项目中，竖直地埋温度传感器可按照地层岩性排布，也可均匀排布，间距不宜大于 20m，变温带温度传感器宜加密至间距 2m，不同监测孔内的温度传感器排布深度应相同。
- c) 地下水地源热泵项目中，竖直地埋温度传感器排布应与水井相同。

5.3.6 水平地埋温度传感器安装方法：

- a) 水平地埋温度传感器安装方式包括地埋管外埋设和单独埋设。地埋管外埋设是将温度传感器固定在地埋管外壁；单独埋设是将温度传感器单独埋入监测沟。
- b) 换热监测及换热影响监测温度传感器间距不宜大于 20m。

5.3.7 监测设备要求：

- a) 传感器应加装钢制护套，护套内应充实导热介质，护套直径应与线径匹配，接口处应做防水处理；
- b) 电缆线宜采用铠装屏蔽电缆或高强度护套屏蔽电缆，护套层应具防腐性能。
- c) 温度传感器精度不应低于 0.2℃，液位传感器精度不应低于 0.5 级。
- d) 温度、液位监测设备每年应进行不少于一次检定，检定时间宜在过渡季。

5.3.8 设备安装方法：

- a) 数据采集器宜安装于地面以上或机房内，不宜安装于地下检查井内；
- b) 传感器附带电缆线长度宜直接到达数据采集器，当必须进行电缆线延长对接时，延长线应与附带线使用相同型号；
- c) 电缆线延长对接后，接线处应具有不低于电缆线的机械强度及绝缘、防水性能。
- d) 传感器电缆线宜沿水平管沟到达数据采集器，也可另行开沟埋设，埋设深度不应小于冻土层厚度。

5.3.9 地下温度及水位监测时间间隔不大于 1h，监测方式应为长期、连续监测。

5.4 地下水水质监测

5.4.1 地下水地源热泵系统，应对所有抽、灌井进行水质监测。

5.4.2 地埋管地源热泵系统，宜对换热区附近水井进行水质监测。

5.4.3 地下水水质监测可采用现场在线监测、采样现场检测及采样送实验室检测的方式。

5.4.4 地下水水质监测指标参照 GB/T 14848-2017 的规定，现场采样、样品管理、水质检测方法应符合 HJ-T 164-2004 的规定。

5.4.5 现场在线监测时间间隔不大于 1 天，现场采样检测时间间隔不大于 6 个月，监测应为长期、连续监测。

5.4.6 水质监测、检测设备每年应进行不少于一次检定，检定时间宜在过渡季。

6 监测数据采集、存储及传输

6.1 数据现场采集与存储

- a) 宜在监测孔附近或机房内设置监控机柜，在监控机柜内安装带通讯功能的数据采集仪表或模块；
- b) 为避免产生信号干扰，不同类型的信号应分开采集，即采用多个仪表或模块分别采集电阻、电流、脉冲等信号；
- c) 数据采集后，宜做现场存储，可采用工控机触摸屏或安装组态软件的电脑。

6.2 监测数据远程采集与传输

- a) 宜在系统维护单位住所建设监测项目的远程监测平台，可采用工控机触摸屏或安装软件的电脑；
- b) 传输网络可采用互联网或无线通讯网络，互联网宜采用专线，无线通讯网络可采用 GPRS 网络或 CDMA 网络。

7 地质环境影响评价

7.1 评价内容

7.1.1 评价内容包括地温场影响评价、地下水水位影响评价及地下水水质影响评价。

7.1.2 对各评价内容进行评价时，应同时考虑环境背景值变化的影响。

7.2 地温场影响评价

7.2.1 评价阶段及指标：

- a) 运行季影响评价，评价指标包括影响速率（ a_1 ）、影响幅度（ a_2 ）及影响范围（ a_3 ）；
- b) 过渡季恢复评价，评价指标包括恢复速率（ a_4 ）及恢复程度（ a_5 ）；
- c) 年度影响评价，评价指标包括影响幅度（ a_6 ）及恢复程度（ a_7 ）；
- d) 多年累计影响评价，评价指标包括影响速率（ a_8 ）及影响幅度（ a_9 ）。

7.2.2 运行季影响评价：

- a) 以总管实时温度最大日变化值，评价运行季地温场的影响速率；
- b) 以总管实时温度与运行初期总管温度的最大差值，评价运行季地温场的影响幅度；
- c) 以换热监测孔及换热影响监测孔实时温度与常温监测孔实时温度的差值的最大日变化值，评价运行季地温场的影响速率；
- d) 以换热监测孔及换热影响监测孔实时温度与常温监测孔实时温度的最大差值，评价运行季地温

场的影响幅度；

- e) 以不同位置换热影响监测孔实时温度与常温监测孔实时温度的差值，评价运行季地温场影响的广度范围；
- f) 以换热孔深度以深的地层温度值，评价运行季地温场影响的深度范围。

7.2.3 过渡季恢复评价：

- a) 以相邻运行季运行初期总管温度的差值，评价过渡季地温场的恢复程度；
- b) 以换热监测孔及换热影响监测孔实时温度与常温监测孔实时温度的差值的最大日变化值，评价过渡季地温场恢复的速率；
- c) 以过渡季末换热监测孔及换热影响监测孔温度与常温监测孔实时温度的差值，评价过渡季地温场的恢复程度。

7.2.4 年度影响评价：

- a) 以相邻相同运行季运行初期总管温度的变化值，评价年度地温场的恢复程度；
- b) 以相邻相同过渡季末换热监测孔及换热影响监测孔温度的变化值，评价年度地温场恢复程度。

7.2.5 多年影响评价：

- a) 以多年首尾相同运行季运行初期总管温度的差值，评价多年地温场的影响幅度；
- b) 以多年首尾过渡季末换热监测孔及换热影响监测孔温度的变化值，评价多年地温场的影响幅度；
- c) 以多年地温场的影响幅度与年度数的比值，评价多年地温场的影响速率。

7.2.6 地温场评价指标定性结论详见附录 A。

7.3 地下水水位影响评价

7.3.1 评价阶段及指标：

- a) 运行季影响评价，评价指标包括影响速率 (b_1)、影响幅度 (b_2)；
- b) 过渡季恢复评价，评价指标包括恢复速率 (b_3) 及恢复程度 (b_4)；
- c) 年度影响评价，评价指标包括影响幅度 (b_5) 及恢复程度 (b_6)；
- d) 多年累计影响评价，评价指标包括影响速率 (b_7) 及影响幅度 (b_8)。

7.3.2 运行季影响评价：

- a) 以运行季内抽水井水位的最大小时变化值，评价运行季地下水水位的影响速率；
- b) 以运行季内抽水井水位的最大变化值，评价运行季地下水水位的影响幅度。

7.3.3 过渡季恢复评价：

- a) 以过渡季内抽水井、回灌井各自水位的最大小时变化值，评价过渡季地下水水位的恢复速率；
- b) 以过渡季末抽水井、回灌井各自水位与地下水水位背景值的差值，评价过渡季地下水水位的恢复程度。

7.3.4 年度影响评价：

- a) 以相邻相同过渡季末抽水井水位的差值，评价年度地下水水位的恢复程度。
- b) 以相邻相同过渡季末回灌井水位的差值，评价年度地下水水位的恢复程度。

7.3.5 多年影响评价：

- a) 以多年首尾过渡季末抽灌井水位的差值，评价多年地下水水位的影响幅度；
- b) 以多年首尾过渡季末抽灌井水位的差值与年度数的比值，评价多年地下水水位的影响速率。

7.3.6 地下水水位评价指标定性结论详见附录 A。

7.4 地下水水质影响评价

7.4.1 评价阶段：

- a) 运行季影响评价；
- b) 过渡季恢复评价；
- c) 年度影响评价；
- d) 多年累计影响评价。

7.4.2 评价方法：

- a) 单因子评价法，分析各水质监测指标的变化情况，水质监测指标宜包含Ph、色度、嗅和味、浑浊度、肉眼可见物、总硬度、高锰酸钾指数、溶解性总固体、氨氮、亚硝酸盐氮、硝酸盐氮、Mn、Fe、氯化物、氟化物、硫酸盐、细菌总数、硫化物、钠等；
- b) 模糊综合评判法，具体评价方法见附录C，评价因子根据项目评价需求选取。

7.4.3 地下水水质评价指标定性结论详见附录 A。

7.5 项目综合影响评价

7.5.1 一般的，以项目所有定性评价结论级别的平均值（A），对项目进行综合评价，按下表规定：

表 12 项目综合影响定性评价表

综合评价结论	风险较小	风险一般	风险较大
所有定性评价结论级别的平均值范围	$1 \leq A < 1.6$	$1.6 \leq A \leq 2.3$	$2.3 < A \leq 3$

7.5.2 如个别指标出现不可接受的影响，则综合评价结论即为“风险较大”。

附 录 A
(规范性附录)
评价指标标定性结论

A.1 地温场评价指标标定性结论

a) 影响速率定性结论按下表规定：

表 1 地温场影响速率定性评价表

评价指标		评价指标定性结论及级别		
		1	2	3
运行季 影响速率	总管	$a_1 < 0.5^{\circ}\text{C}$	$0.5 \leq a_1 < 4^{\circ}\text{C}$	$4^{\circ}\text{C} \leq a_1$
	换热监测孔	$a_1 < 0.5^{\circ}\text{C}$	$0.5 \leq a_1 < 4^{\circ}\text{C}$	$4^{\circ}\text{C} \leq a_1$
	换热影响监测孔	$a_1 < 0.2^{\circ}\text{C}$	$0.2 \leq a_1 < 1^{\circ}\text{C}$	$1^{\circ}\text{C} \leq a_1$
多年 影响速率	总管	$a_8 < 0.2^{\circ}\text{C}$	$0.2 \leq a_8 < 1^{\circ}\text{C}$	$1^{\circ}\text{C} \leq a_8$
	换热监测孔	$a_8 < 0.2^{\circ}\text{C}$	$0.2 \leq a_8 < 1^{\circ}\text{C}$	$1^{\circ}\text{C} \leq a_8$
	换热影响监测孔	$a_8 < 0.2^{\circ}\text{C}$	$0.2 \leq a_8 < 1^{\circ}\text{C}$	$1^{\circ}\text{C} \leq a_8$

b) 恢复速率定性结论按下表规定：

表 2 地温场恢复速率定性评价表

评价指标		评价指标定性结论及级别		
		1	2	3
过渡季 恢复速率	换热监测孔	$4^{\circ}\text{C} \leq a_4$	$0.5 \leq a_4 < 4^{\circ}\text{C}$	$a_4 < 0.5^{\circ}\text{C}$
	换热影响监测孔	$1^{\circ}\text{C} \leq a_4$	$0.2 \leq a_4 < 1^{\circ}\text{C}$	$a_4 < 0.2^{\circ}\text{C}$

c) 影响幅度定性结论按下表规定：

表 3 地温场影响幅度定性评价表

评价指标		评价指标定性结论及级别		
		1	2	3
运行季 影响幅度	总管	$a_2 < 5^{\circ}\text{C}$	$5 \leq a_2 < 25^{\circ}\text{C}$	$25^{\circ}\text{C} \leq a_2$
	换热监测孔	$a_2 < 5^{\circ}\text{C}$	$5 \leq a_2 < 25^{\circ}\text{C}$	$25^{\circ}\text{C} \leq a_2$
	换热影响监测孔	$a_2 < 0.5^{\circ}\text{C}$	$0.5 \leq a_2 < 4^{\circ}\text{C}$	$4^{\circ}\text{C} \leq a_2$
年度 影响幅度	总管	$a_6 < 0.5^{\circ}\text{C}$	$0.5 \leq a_6 < 4^{\circ}\text{C}$	$4^{\circ}\text{C} \leq a_2$
	换热监测孔	$a_6 < 0.5^{\circ}\text{C}$	$0.5 \leq a_6 < 4^{\circ}\text{C}$	$4^{\circ}\text{C} \leq a_2$
	换热影响监测孔	$a_6 < 0.2^{\circ}\text{C}$	$0.2 \leq a_6 < 1^{\circ}\text{C}$	$1^{\circ}\text{C} \leq a_2$
多年 影响幅度	总管	$a_9 < 0.5^{\circ}\text{C}$	$0.5 \leq a_9 < 4^{\circ}\text{C}$	$4^{\circ}\text{C} \leq a_2$
	换热监测孔	$a_9 < 0.5^{\circ}\text{C}$	$0.5 \leq a_9 < 4^{\circ}\text{C}$	$4^{\circ}\text{C} \leq a_2$
	换热影响监测孔	$a_9 < 0.2^{\circ}\text{C}$	$0.2 \leq a_9 < 1^{\circ}\text{C}$	$1^{\circ}\text{C} \leq a_2$

d) 影响范围定性结论按下表规定：

表 4 地温场影响范围定性评价表

评价指标		评价指标定性结论及级别		
		1	2	3
水平方向	地下水上游方向	$a_3 < 1\text{m}$	$1 \leq a_3 < 4\text{m}$	$4\text{m} \leq a_3$
	地下水下游方向	$a_3 < 2\text{m}$	$2 \leq a_3 < 5\text{m}$	$5\text{m} \leq a_3$
垂直方向	布孔区中心	$a_3 < 1\text{m}$	$1 \leq a_3 < 2\text{m}$	$2\text{m} \leq a_3$
	布孔区外围	$a_3 < 0.5\text{m}$	$0.5 \leq a_3 < 1.5\text{m}$	$1.5\text{m} \leq a_3$

e) 恢复程度定性结论按下表规定：

表 5 地温场恢复程度定性评价表

评价指标		评价指标定性结论及级别		
		1	2	3
过渡季 恢复程度	总管	$a_5 < 0.5^\circ\text{C}$	$0.5 \leq a_5 < 4^\circ\text{C}$	$4^\circ\text{C} \leq a_5$
	换热监测孔	$a_5 < 0.5^\circ\text{C}$	$0.5 \leq a_5 < 4^\circ\text{C}$	$4^\circ\text{C} \leq a_5$
	换热影响监测孔	$a_5 < 0.2^\circ\text{C}$	$0.2 \leq a_5 < 1^\circ\text{C}$	$1^\circ\text{C} \leq a_5$
年度 恢复程度	总管	$a_7 < 0.5^\circ\text{C}$	$0.5 \leq a_7 < 4^\circ\text{C}$	$4^\circ\text{C} \leq a_7$
	换热监测孔	$a_7 < 0.5^\circ\text{C}$	$0.5 \leq a_7 < 4^\circ\text{C}$	$4^\circ\text{C} \leq a_7$
	换热影响监测孔	$a_7 < 0.2^\circ\text{C}$	$0.2 \leq a_7 < 1^\circ\text{C}$	$1^\circ\text{C} \leq a_7$

A.2 地下水水位评价指标定性结论：

a) 影响速率定性结论按下表规定：

表 6 地下水水位影响速率定性评价表

评价指标		评价指标定性结论及级别		
		1	2	3
运行季 影响速率	抽水井	$b_1 < 0.5\text{m}$	$0.5 \leq b_1 < 4\text{m}$	$4\text{m} \leq b_1$
多年 影响速率	抽水井	$b_7 < 0.1\text{m}$	$0.1 \leq b_7 < 1\text{m}$	$1\text{m} \leq b_7$
	回灌井	$b_7 < 0.1\text{m}$	$0.1 \leq b_7 < 1\text{m}$	$1\text{m} \leq b_7$

b) 恢复速率定性结论按下表规定：

表 7 地下水水位恢复速率定性评价表

评价指标		评价指标定性结论及级别		
		1	2	3
过渡季 恢复速率	抽水井	$4\text{m} \leq b_3$	$0.5 \leq b_3 < 4\text{m}$	$b_3 < 0.5\text{m}$
	回灌井	$4\text{m} \leq b_3$	$0.5 \leq b_3 < 4\text{m}$	$b_3 < 0.5\text{m}$

c) 影响幅度定性结论按下表规定：

表 8 地下水水位影响幅度定性评价表

评价指标		评价指标定性结论及级别		
		1	2	3
运行季 影响幅度	抽水井	$b_2 < 5\text{m}$	$5 \leq b_2 < 10\text{m}$	$20\text{m} \leq b_2$
	回灌井	$b_2 < 5\text{m}$	$5 \leq b_2 < 10\text{m}$	$20\text{m} \leq b_2$

多年 影响幅度	抽水井	$b_8 < 0.5\text{m}$	$0.5 \leq b_8 < 2\text{m}$	$4\text{m} \leq b_8$
	回灌井	$b_8 < 0.5\text{m}$	$0.5 \leq b_8 < 2\text{m}$	$4\text{m} \leq b_8$

d) 恢复程度定性结论按下表规定：

表 9 地下水水位恢复程度定性评价表

评价指标		评价指标定性结论及级别		
		1	2	3
过渡季 恢复程度	抽水井	$b_4 < 0.5\text{m}$	$0.5 \leq b_4 < 2\text{m}$	$4\text{m} \leq b_4$
	回灌井	$b_4 < 0.5\text{m}$	$0.5 \leq b_4 < 2\text{m}$	$4\text{m} \leq b_4$
年度 恢复程度	抽水井	$b_6 < 0.5\text{m}$	$0.5 \leq b_6 < 2\text{m}$	$4\text{m} \leq b_6$
	回灌井	$b_6 < 0.5\text{m}$	$0.5 \leq b_6 < 2\text{m}$	$4\text{m} \leq b_6$

A.3 地下水水质评价指标定性结论：

a) 单因子评价法定性结论按下表规定：

表 10 地下水水质单因子影响定性评价表

评价指标定性结论及级别	1	2	3
相应指标变化幅度 (c)	$c < 1\%$	$1\% \leq c < 10\%$	$10\% \leq c$

b) 模糊综合评判法定性结论按下表规定：

表 11 地下水水质模糊综合影响定性评价表

评价指标定性结论及级别	1	2	3
水质类别变化幅度	无	1-2个类别	3-5个类别

附 录 B
（规范性附录）
地质环境影响评价报告编写要求

B.1 报告提纲

- 第一章 前言
- 第二章 监测过程及成果
- 第三章 评价内容及方法
- 第四章 项目评价
- 第五章 结论及建议

B.2 报告编写要求

B.2.1 第一章 前言

- a) 项目来源：简述项目来源
- b) 项目概况：对项目的地理位置、建筑类型、使用功能、建筑规模、地质及水文地质条件等进行阐述。

B.2.2 第二章 监测过程及成果，详细阐述各监测内容的监测过程及取得的监测数据情况。

B.2.3 第三章 评价内容及方法，详细阐述所要评价的内容、评价指标及所采用的方法。

B.2.4 第四章 项目评价，根据项目选取的评价内容及采取的评价方法，对监测项目进行评价计算。

B.2.5 结论及建议

- a) 结论：对评价项目给出综合评价结论。
- b) 建议：对项目存在的风险部分提出规避风险的措施。

附 录 C
(资料性附录)
水质评价模糊综合评判法

C.1 复合运算

C.1.1 建立水质因子集合

选择具有代表性的污染物作为评价因子，建立评价因子集 $U=\{A_1, A_2, \dots, A_n\}$ 。

C.1.2 建立水质评价集合

采用中华人民共和国地下水质量标准 (GB/T 14848-93) 中的I-V类水质标准进行评价，建立评价集 $V=\{I, II, III, IV, V\}$ 。

C.1.3 构建隶属函数

用隶属度划分水质分级界限。令 y 为隶属度，它表示属于某种标准值的百分数。根据水质的五个级别标准，建立评价因子相对应的五个隶属度函数，隶属度函数如下：

第一级评价隶属度函数：

$$y_1 = \begin{cases} 1 & x \leq x_1 \\ \frac{x_2 - x}{x_2 - x_1} & x_1 < x < x_2 \\ 0 & x \geq x_2 \end{cases}$$

第二到四级评价隶属度函数：

$$y_i = \begin{cases} 1 & x = x_i \\ \frac{x - x_{i-1}}{x_i - x_{i-1}} & x_{i-1} < x < x_i \\ \frac{x_{i+1} - x}{x_{i+1} - x_i} & x_i < x < x_{i+1} \\ 0 & x \leq x_{i-1} \text{ 或 } x \geq x_{i+1} \end{cases}$$

第五级评价隶属度函数：

$$y_5 = \begin{cases} 1 & x \geq x_5 \\ \frac{x - x_5}{x_5 - x_4} & x_4 < x < x_5 \\ 0 & x \leq x_4 \end{cases}$$

式中： x 为实测值， x_1 、 x_2 、 x_3 、 x_4 、 x_5 分别对应 I 级、II 级、III 级、IV 级、V 级的水质标准。

C.1.4 模糊矩阵R的建立

已知 U 为 n 个污染物指标的集合， V 为水质分级的集合， A 为污染物的各项指标。 $U=\{A_1, A_2, \dots, A_n\}$ ， $V=\{I, II, III, IV, V\}$ 通过计算隶属函数，求出 n 个单项指标对5级水的隶属程度，得出模糊矩阵 R ，即：

$$R = \begin{cases} y(A_1, I) & y(A_1, II) & y(A_1, III) & y(A_1, IV) & y(A_1, V) \\ y(A_2, I) & y(A_2, II) & y(A_2, III) & y(A_2, IV) & y(A_2, V) \\ \dots\dots\dots \\ y(A_n, I) & y(A_n, II) & y(A_n, III) & y(A_n, IV) & y(A_n, V) \end{cases}$$

C.1.5 计算权重

根据各评价因子的污染指数计算出各水样各评价因子的权重值。污染指数为：

$$W_i = \frac{C_i}{S_i}$$

式中：C_i为第i种污染物实测浓度；S_i为第i种污染物各级水质标准的算术平均值。

为进行模糊计算，将各单项污染指数进行归一化，即：

$$Z_i = \frac{C_i/S_i}{\sum_{i=1}^5 \frac{C_i}{S_i}} = \frac{W_i}{\sum_{i=1}^5 W_i}$$

计算得权重矩阵B={Z₁, Z₂……Z_n}。

C.1.6 模糊矩阵复合运算

将B矩阵与R矩阵进行复合运算，确定水体的综合隶属度。

C.2 确定水质级别

按照最大隶属度原则确定水质级别，即隶属度最大值所在的级别为该监测井的水质类别。当出现2个或2个以上隶属度最大值时，选择贴近代大值的隶属度所在的级别为该监测井的最终水质类别。