

ICS 编号

CCS 编号

团体标准

T/CHES XXX—2023

地下水动态分析评价技术指南

Technical guide for groundwater dynamic analysis and evaluation

（征求意见稿）

请将你们发现的有关专利的内容和支持性文件随意见一并返回

2023-XX-XX 发布

2023-XX-XX 实施

中国水利学会 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 地下水评价单元与站网确定	2
5 地下水监测数据处理	5
6 地下水要素评价方法	9
7 地下水分析评价成果	15
附录 A 分析评价成果编制	16
附录 B 站网密度一般规定	20
附录 C 地下水水位（埋深）数据入库特征值及字段	22
附录 D 地下水评价要素等级分区样式表	23
附录 E 地下水水文地质参数取值参考表	27
附录 F 漏斗地下水水位等值线绘制及标识示意图	29
附录 G 漏斗水均衡项计算方法	31

前 言

本文件按照 GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

本文件共分7章和7个附录，主要技术内容包括总则、范围、规范性引用文件、术语和定义、地下水评价单元与站网确定、地下水监测数据处理、地下水动要素评价方法、地下水分析评价成果等。

本文件由中国水利学会归口。执行过程中如有意见或建议，请寄送至中国水利学会（地址：北京市西城区白广路二条16号，邮编100053），以便今后修订时参考。

本文件主编单位：水利部信息中心（水利部水文水资源监测预报中心）

本文件参编单位：北京金水信息技术发展有限公司、水利部海河水利委员会水文局、天津市水文水资源勘测管理中心、河南省水文水资源局、山西省水文水资源勘测总站、陕西省地下水保护与监测中心、北京市水文总站、宁夏水文水资源监测预警中心、河北省水文勘测研究中心、黑龙江省水文水资源中心。

本文件主要起草人：王卓然、王哲、柴成繁、高志、宋凡、朱静思、李洋、杜颖、李岩、刘杰、王宏、孙峰、杨春生、刘翠珠、卢洪健、咎友让、孙龙、周扬、杨桂莲、任印国、白国营、孙永贺、闻建伟。

地下水动态分析评价技术指南

1 范围

本文件规定了地下水水位（埋深）、水温、水量、水质等要素的数据处理要求和动态分析评价方法，其分析评价结果适用于地下水月报、季报、年报及专题类等评价成果编制，编制成果可参照附录A。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；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 2260	中华人民共和国行政区划代码
GB/T 14848-2017	地下水质量标准
GB/T 23598-2009	水资源公报编制规程
GB/T 34968-2017	地下水超采区评价导则
GB/T 4883-2008	数据的统计处理和解释正态样本离群值的判断和处理
GB/T 50095-2014	水文基本术语与符号标准
GB/T 51040	地下水监测工程技术标准
GB/T 9649.20-2009	地质矿产术语分类代码 第20部分：水文地质学
GB 50027-2001	供水水文地质勘察规范
SL219	水环境监测规范
SL/T 238-1999	水资源评价导则
SL/T 247	水文资料整编规范
SL 183-2005	地下水监测规范
HJ/T 164-2020	地下水环境监测技术规范
DZ / T 0133-1994	地下水动态监测规程
DZ/T 0270-2014	地下水监测井建设规范
DZ/T 0307-2017	地下水监测站网运行维护规范
DD 2019-04	水文地质调查图件编制规范第1部分 水文地质图（1：50000）
CJJ/T 76-2012	城市地下水动态观测规程

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1 地下水动态 Groundwater regime

地下水的水位、水温、水量和水质等要素随时间变化的现象和过程。（《地下水监测工程技术标准》GB/T 51040）

3.2 地下水位（水头）等值线 Water table (hydraulic head) contour

渗流场中地下水位（水头）相等的各点连线。又称为等水位线。

3.3 地下水动态曲线 Curve of groundwater regime

据观测点地下水动态观测资料，绘制的地下水水位、流量、水温及水化学成分随时间变化的曲线图。

3.4 地下水水位下降速率 Rate of groundwater level decline

单位时间内地下水位（水头）下降值。

3.5 地下水水位降落漏斗 Groundwater depression cone

因区域地下水开采，在含水层中形成地下水位（水头）显著低于周边地下水位（水头）的曲面，该曲面所围成的形似漏斗状封闭空间体积成为地下水水位降落漏斗。

3.6 含水岩组 Aquifer group

指含水特征相近的一套岩层所构成的统一的含水岩体。

3.7 生态地质环境问题 Ecological, geological and environmental problem

因地下水资源开采引起的河流径流衰减、泉水流量衰减、地面沉降、地面塌陷、地裂缝、土地沙化、海（咸）水入侵、地下水水质恶化等现象。

4 地下水评价单元与站网确定

4.1 一般规定

4.1.1 地下水动态分析评价针对不同工作范围、评价要素和服务目的，应进行相应评价单元划分。工作范围根据实际工作需要确定评价区。在各级工作范围内根据评价要素和管理需求，可划定一个或多个评价单元。

4.1.2 评价单元的划分可参考《地下水监测工程技术标准》GB/T 51040 地下水监测类型区划分，分为基本类型区评价单元、特殊类型区评价单元。基本类型区评价单元与特殊类型区评价单元应分别评价。

4.1.3 地下水动态分析评价应根据评价单元的划分，科学、合理地选取参与评价的代表站。站网密度和布局的选取应能满足地下水评价预期成果的要求，优先选取符合《地下水监测工程技术标准》GB/T 51040 各类型区布站原则和要求的监测站。

4.1.4 选取的代表站应基础信息准确，特别是埋藏条件（潜水或承压水）、含水介质（孔隙水、裂隙水、岩溶水）、井深、地面高程等信息。

4.1.5 选取代表站时应遵循以下原则：

- a) 优先考虑评价站网分布均匀性;
- b) 优先选取监测系列超过10年的监测站;
- c) 代表站选取次序为先基本站、专用站, 后统测站; 先自动监测站, 后人工监测站。

4.2 评价单元划定

4.2.1 不同层级的工作范围评价单元划定应符合下列规定:

a) 在国家级工作范围划定的评价单元, 宜按一级水资源分区分别划定, 主要为跨多个流域、省区的完整的水文地质单元或开发利用程度较高的水文地质单元, 一般为面积较大的平原区或国家层面重点关注区域;

b) 在流域级工作范围划定的评价单元, 主要为流域内跨省区的完整水文地质单元, 重点关注地下水开发利用程度较高、开采意义重大或已经引发超采问题的地区;

c) 在省级工作范围划定评价单元, 应包括面积大于500 km²的平原区, 有开采意义面积较大的山丘区或省级层面重点关注区域;

d) 地市级和县区级工作范围划定的评价单元, 应包括辖区内全部平原区, 面积大于200 km²或面积小于等于200 km²但近五年年均实际开采量大于1000 万立方米的山间盆地, 有开采意义面积较大的山丘区或市县级重点关注区域。

4.2.2 基本类型区中在平原区划定评价单元应包含全部平原区范围; 山丘区可根据开采范围划定评价单元, 一般为开采程度较高或开采范围较大的裂隙水、岩溶水赋存区。

4.2.3 特殊类型区根据类型和范围分别划定评价单元, 不同特殊类型区重叠的, 应分别划定独立评价单元, 独立进行评价。

4.3 代表站选取

4.3.1 地下水水位(埋深)代表站选取应符合下列规定:

a) 水位评价代表站应在划定的评价单元内结合点、线、面进行选取。评价单元内有多个含水层组的, 代表站选取应垂向上层次分明, 分层确定, 监测层位应与含水层组相一致; 对监测站所属评价层位进行判定时, 应根据各地水文地质特征、管理目标和工作需要进行;

b) 选取代表站时, 应充分考虑监测站数据质量保证率、准确性、代表性等情况。应避免选取工况不稳定、受周边环境的影响较大的监测站;

c) 评价单元内监测站密度超过《地下水监测工程技术标准》GB/T 51040中表3.5.2-1、表3.5.2-2(附录B.1、附录B.2)规定各档次上限的, 选取的代表站应在单元内均匀分布, 在水文地质单元或地貌单元边界适度加密; 评价单元内密度未达到《地下水监测工程技术标准》GB/T 51040中表3.5.2-1、表3.5.2-2(附录B.1、附录B.2)规定各档次上限的, 应按照应选尽选的原则确定评价站网;

d) 国家级、流域级进行评价时, 应优先选取自动监测站, 站网密度不应低于《地下水监测工程技术标准》GB/T 51040中表3. 5. 2-1、表3. 5. 2-2(附录B. 1、附录B. 2)规定各档次下限。密度不足时, 应根据需要补充地方人工监测站;

e) 省、市、县级进行评价时, 应优先选取国家级、省级基本监测站, 站网密度不宜低于《地下水监测工程技术标准》GB/T 51040中表3. 5. 2-1、表3. 5. 2-2(附录B. 1、附录B. 2)规定各档次上限。密度不足时应补充地市级基本站或统测站, 或根据需要补充调查资料;

f) 进行地下水超采区、地下水降落漏斗区、海(咸)水入侵区、地面沉降区、河湖生态补水区、岩溶大泉评价时, 代表站选取时应符合5. 3章节中5. 3. 5、5. 3. 6、5. 3. 7、5. 3. 8、5. 3. 9、5. 3. 10相应规定。

4. 3. 2 地下水水温重点评价区域, 包括地热开发利用区、温泉泉域、农田灌溉地区、地热异常区。代表站选取应符合下列规定:

a) 水温评价代表站应从评价单元内水位基本站中选取, 可沿地下水流动方向上中下游均匀选取, 优先选取国家级基本监测站和省级基本监测站;

b) 水温评价代表站个数不宜低于评价单元内水位基本站总数的50%, 农田灌溉地区、地热异常区可提高站网密度, 密度不足时可从人工监测站中选取, 或补充地下水水温统测和调查资料。

4. 3. 3 地下水水量重点评价区域, 包括大、中型地下水水源地、傍河取水区、受地下水开采影响的含水层组等。代表站选取应符合下列规定:

a) 评价单元为非大型水源地集中开采区的, 在主要开发利用含水层宜分别选取1组或2组有代表性的生产井群作为开采量评价站; 每组井群分布面积宜为 $5\text{ km}^2\sim 10\text{ km}^2$, 每组监测开采量的生产井数量不应少于5眼;

b) 评价单元为水源地的, 评价单元内的生产井应全部纳入水量评价站网;

c) 在进行泉和地下暗河流量评价时, 应将评价单元内的流量基本监测站全部纳入评价站网。

4. 3. 4 地下水水质重点评价区域, 包括大型地下水水源地、海(咸)水入侵区、地下水污染及污染风险区、水源涵养区、次生盐渍化区等。代表站选取应符合下列规定:

a) 评价单元内水质监测站应从水位基本站中选取, 按水文地质单元沿地下水流向, 或依区域地下水水质分布规律及其动态特征选取;

b) 国家级、流域级进行评价时, 应将评价单元内国家级水质基本监测站全部纳入评价站网; 省、市、县级进行评价时, 应优先选取国家级基本监测站和省级基本监测站, 密度不足可选取地市级基本监测站。地下水开发利用程度较高、水化学成份复杂区域或地下水污染较严重的地区应增加代表站选取数量, 提高站网密度;

c) 当水质基本站实际采样困难时, 可选用附近同层位经常使用的民井、生产井替代, 优先选取有开采设备并经常取水的民井或生产井。

4. 3. 5 地下水超采区评价应以掌握超采区水位动态变幅为目的确定评价单元, 从超采区边界由外向内

按照网格分区域选取代表站。

4.3.6 地下水漏斗区评价应以掌握地下水降落漏斗要素变化为目的确定评价单元，按米字型或十字形在漏斗中心区、过渡区、边缘区分别选取代表站，漏斗中心区可以选取开采井。

4.3.7 海（咸）水入侵区评价应以掌握海（咸）水入侵状况为目的确定评价单元，在滨海平原地区、内陆盐湖或盐池附近、以及咸淡水交替分布地区，沿地下水流向、垂直岸边或咸淡水界面选取监测剖面；在因强烈开采深层地下水而导致上层咸水下移的地区，选取代表性地下水监测站。

4.3.8 地面沉降区评价应以掌握地面沉降发生与地下水水位变化规律为目的确定评价单元。选取的代表站应在地面沉降区内均匀分布，控制沉降中心区和边缘区，在沉降严重区域加密选取。代表站垂向上应层次分明。应重点选取与沉降有直接联系含水层的监测站。

4.3.9 河湖生态补水区评价一般在河流左、右岸两侧、湖泊（湿地）岸线周边 10 km 范围内按应选尽选原则选取代表站。主要在垂直河流方向剖面线上，在河道一侧或两侧选取监测断面，每个断面宜选取 2~6 个代表站。对于岸线周边地下水渗透性差或地势平坦等地区，可取下限。原则上在监测断面 1~2 km 范围内的其他监测站可兼作生态补水监测站。可结合不同水文地质条件和已有研究成果扩大河湖生态补水区的选取范围。监测断面和代表站选取按以下要求：

a) 补水河流：应根据河流左、右岸两侧 10 km 范围内实际情况确定断面数量。一般补水河段 50 km 以下的，选取 1 组 2 个断面（左、右岸各 1 个断面，编为 1 组）；50~100 km 的，选取 2 组 4 个断面；100~200 km 的，选取 3 组 6 个断面；200 km 以上的，选取 4 组 8 个断面；

b) 补水湖泊（湿地）：一般补水湖泊（湿地），按湖泊（湿地）形状四方向对称选取代表站；重要补水湖泊（湿地），按湖泊（湿地）形状八方向对称选取。应根据湖泊（湿地）岸线周边 10 km 范围内实际情况确定断面数量

c) 代表站选取以浅层站为主，主要反映浅层地下水水位变化情况。代表站间距沿河（湖）岸线由近至远逐渐增加，之间最小间距应不低于 50 m。代表站应尽量选取在河流（湖泊）历史最大淹没范围以外。断面选取应尽量避免地下水开采、在建工程等对地下水交换和运动造成不利影响的地带。

d) 代表站宜选取部分深层站，主要反映地下水开采量变化情况。

4.3.10 岩溶大泉评价应以掌握泉域地下水水位变化规律为目的确定评价单元。在补给区、径流区和排泄区分别选取代表站，监测层位应与开采层位一致。对于断流的泉域应重点控制排泄区；未断流的泉域应对泉流量和地下水水位进行评价。

4.3.11 一般山丘区评价应以掌握水源地或强开采地段裂隙水水位变化规律为目的确定评价单元。在水源地或强开采地段选取代表站，监测层位应与开采层位一致。

5 地下水监测数据处理

5.1 一般规定

5.1.1 地下水实时监测数据包括自动监测站数据和人工监测站数据，在用于评价前应进行资料整编或

初步处理。

5.1.2 资料整编参照《水文资料整编规范》SL/T 247 和《地下水监测工程技术标准》GB/T 51040 执行。年度评价宜使用整编数据，其他评价可根据整编工作开展情况，优先使用整编数据。整编后的数据可直接应用于地下水动态分析评价。

5.1.3 进行评价时若整编工作还未开展，应对实时监测数据进行初步处理，监测资料与其他资料应进行可靠性、代表性和一致性分析。

5.1.4 高程系统统一采用 1985 国家高程基准。

5.1.5 地下水实时监测系统和地下水整编系统中应对地下水水位（埋深）、水温、水质等监测数据及其变幅设置合理的阈值范围，并定期对阈值进行优化。超过阈值范围的监测值应及时进行人工校测。

5.1.6 同一次评价所用数据应采用统一的数据处理计算方式，并保持历年一致性。

5.1.7 一组监测数据中，个别数据明显偏离其余监测值的即为可疑数据。对可疑数据的判断和处理，参照《数据的统计处理和解释正态样本离群值的判断和处理》GB/T 4883 相关要求。地下水监测中不同的时空分布出现的可疑数据，应从监测点周围当时的具体情况（地质水文因素变化、气象、附近污染源情况等）进行分析，不能简单地用统计检验方法来决定取舍。

5.1.8 水质监测数据应由具备检验检测机构资质认定证书的监测机构提供。

5.2 地下水水位（埋深）数据处理

5.2.1 地下水水位（埋深）的实时监测数据初步处理应按下列步骤进行：

- a) 错误数据剔除；
- b) 假埋深数据修正；
- c) 可疑数据和动水位修正；
- d) 缺失值插补；
- e) 综合校验。

5.2.2 水位数据有下列情况之一的，应当剔除，不参与后续数值统计和分析：

- a) 水位值大于地面高程但非自流井或井灌区；
- b) 水位值等于埋深值但地面高程不为 0 m。

5.2.3 埋深数据有下列情况之一的，应当剔除，不参与后续数值统计和分析：

- a) 埋深数据小于或等于 0 m，但本监测站非自流井或井灌区；
- b) 埋深值大于井深；
- c) 埋深值等于水位值但地面高程不为 0 m。

5.2.4 地下水埋深应为地下水水面至地面的垂直距离，在数据应用前，需将地面高程值、固定点高程值、监测埋深值、水位值四个数据进行相互校核。若相互间校核数据矛盾，需调查核实地面高程值、固定点高程值、监测埋深值、水位值，并根据相互间关系进行数据修正处理。

5.2.5 地下水水位（埋深）可疑数据多为超过该站设定阈值的监测数据，有可能是错误数据，也有可能为真实情况。具体判断需要根据最近一次的监测站运行维护记录结合降水、开采情况进行判断。可疑数据的处理方式包括删除、修正或保留原数据。

5.2.6 可疑数据的判断可依据监测序列长度，选取以下方法：

a) 基于现有数据，通过统计和概率模型方法或使用基于相似度量模型的方法进行判别；

b) 使用数据驱动模型或地下水数值模拟方法等对数据进行预测，使用预测值与实时监测数据进行对比及分析识别。

5.2.7 地下水动水位是指因地下水取用、回灌、抽水试验等人为活动造成监测井当次或短期水位较相邻测次、时段差异明显的波动性或律动性水位。动水位处理方法如下：

a) 开采：

有规律的间断抽水：停止抽水后当日水位能迅速恢复，可取地下水恢复后的高水位作为基准值，宜对抽水期间的动水位进行插补、修正；

偶然性开采：因偶然性开采等原因造成地下水水位突变，水位过程线陡然变化，不平滑、不连续，相应突变监测数据应进行插补、修正；

持续开采或受开采影响：监测数据准确，水位过程线平滑、连续，能够代表本井地下水实际变化时，不宜对变化数据进行插补、修正；

b) 洗井：

由于洗井造成水位变化，稳定前水位恢复期内的动水位监测数据应进行插补、修正。当洗井水位稳定后，由于洗井造成水位阶梯状变化，但洗井前后监测数据准确，不宜进行插补、修正。

5.2.8 初步处理阶段的缺失值可采用线性内插法进行简单插补，用缺测时段两端的观测值按时间比例内插求得。逐日监测资料连续缺测超过十日的，不得插补。

5.2.9 经审核继续保留的可疑数据、动水位、经插补或改正后的数据可参加数值统计。

5.2.10 地下水水位（埋深）数据进行统计时，逐日水位资料缺测超过 10 次的，不进行月统计。单站日值可按需采用某一时刻值，也可采用当天报送数据（如水利国家站数据采用 0 点、4 点、8 点、12 点、16 点、20 点共 6 个时刻报送的数据，自然资源国家站采用 0 点至 23 点共 24 个时刻报送的数据）的算术平均值，月（旬）均值采用当月（旬）报送日值的算术平均值，季度均值采用季度内各月月均值的算术平均值。年均值考虑年内数据完整程度，可采用日值的算术平均值，也可采用年内各月月均值的算术平均值。单位为 m，尾数应按四舍五入保留两位小数。

5.2.11 地下水水位（埋深）的特征值应单独保存入库，表结构包括附录 C.1 内容。

5.2.12 对无地下水水位（埋深）监测数据的区域进行评价时，可采用地统计学的方法进行估算。数据空白区要与有数据区域具有空间相关性，应处于同一地质单元、同一含水层位。采用此方法进行数据估算时应标注清楚，写明实际情况和选取的估算方法。

5.3 地下水水温数据处理

5.3.1 地下水水温数据初步处理应按下列步骤进行：

- a) 可疑数据处理；
- b) 缺失值插补；
- c) 综合校验。

5.3.2 地下水水温年变化一般较小，出现可疑数据时应及时查看巡测和运维记录，将人工监测数据作为可疑数据修正和资料插补的依据。

5.3.3 水温资料插补可选用直线插补法，用缺测时段两端的观测值按时间比例内插求得。

5.3.4 综合校验时应结合历年水温特征值进行比对。地下水水温特征值包括年最高水温、年最低水温、年初水温、年末水温。

5.3.5 地下水水温可使用日值、月均值、年均值或特征值进行评价，月内逐日水温资料缺测超过 10 次的，不进行月统计。单站日值采用当天报送数据的算术平均值，月（旬）均值采用当月（旬）报送日值的算术平均值，季度均值采用季度内各月月均值的算术平均值。年均值考虑年内数据完整程度，可采用日值的算术平均值，也可采用年内各月月均值的算术平均值。单位为 $^{\circ}\text{C}$ ，尾数应按四舍五入保留一位小数。

5.4 地下水水量数据处理

5.4.1 水量数据包括泉流量监测数据和地下水开采量监测数据。

5.4.2 泉流量数据处理参照《水文资料整编规范》SL/T 247 执行。

5.4.3 地下水开采量资料通过用水统计调查直报管理系统获取时，应对开采量监测井数据分析或使用抽样核查法评估农用地下水开采量的可靠程度，并加以修正。

5.4.4 水量数据不应进行插补，经审核定为“可疑”的水量监测资料，可按“缺测”对待。

5.4.5 泉流量和地下水开采量可使用特征值进行评价。特征值包括年开采量（泉流量）、月开采量（泉流量），年内最大、最小月开采量（泉流量）及其发生的月份。

5.4.6 进行数值统计时，单站开采量（径流量）缺测超过一个月时，不进行年统计。单位为万立方米，尾数应按四舍五入保留一位小数。

5.5 地下水水质数据处理

5.5.1 水质数据发现可疑应及时查明原因，原因不明应如实说明情况，不得任意修改或舍弃数据。

5.5.2 对于专用监测井取水检测的地下水水质监测数据，应与区域地下水水质指标背景值进行比较。对于可疑数据应进行留样复测或重新取样检测，同时从附近同层位常取水的生产井中取水进行检测并比较结果。

5.5.3 水质监测数据应按照各指标的标准检测方法所规定的结果表示执行。

5.5.4 水质监测数据的处理应符合 SL219 的规定。

6 地下水要素评价方法

6.1 一般规定

6.1.1 地下水动态分析评价应根据地下水管理与保护需求，在某一评价时段内，反映区域内地下水水位（埋深）、水温、泉流量、开采量、水质、蓄变量等要素的动态变化情况。分析评价的主要对象包括孔隙水、裂隙水和岩溶水。

6.1.2 在同一系列分析评价中，对各评价单元的同一要素，其评价划分级别应一致。

6.1.3 地下水各要素评价应确定基准年。基准年可以为评价的起始年或选定的某一参照年，起始年一般选择近期（5年内）水平年，参照年可根据要素的变化情势和地下水监测管理需求选定某一历史年份。

6.2 地下水水位（埋深）分析评价

6.2.1 地下水水位（埋深）动态分析评价应分层进行，宜按照潜水、承压水分层进行评价，也可按照浅层地下水、深层地下水进行评价：

a) 浅层地下水水位（埋深）的分析评价应反映浅层地下水的埋深情况、水位分布情况、流场特征和动态变化；

b) 深层地下水承压水位（测压水位）/承压水面埋深的分析评价，应反映深层地下水的承压高度、承压含水层的静止水面高程情况、流场特征和动态变化。

6.2.2 地下水水位（埋深）动态分析评价应根据地下水赋存条件分类进行评价，可与层位进行组合，如平原区孔隙浅层地下水、孔隙深层地下水。裂隙水、岩溶水应单独进行评价。

6.2.3 应优先使用地下水监测数据进行分析。对于地下水监测井数量较少或空白的地区，可不做等值面/线分析，应重点分析其地下水水位（埋深）日值、月均值、年均值、最高和最低水位值（最大和最小埋深值），采用地球物理方法（如核磁共振）、遥感解译方法（如重力卫星）等手段辅助分析。

6.2.4 使用地下水监测数据进行评价时，方法依据评价单元内监测井的分布规律和站网密度进行选取。评价方法包括：算术平均法、加权平均方法、地统计学方法、监测井数量比例法、数值模拟法等，各类方法可叠加使用，相互验证成果准确性：

a) 代表站分布均匀且密度较大时，优先使用地统计学方法；

b) 代表站分布均匀，但密度不足，可使用算术平均法或地统计学方法；

c) 代表站分布不均匀时，可使用算术平均法或加权平均法；

d) 监测井数量比例法不受监测井分布和站网密度的影响，适用于任何场景，可进行快速分析评价；

e) 评价单元内基础资料丰富扎实，可采用数值模拟法进行评价和场景预测。

6.2.5 区域孔隙水水位（埋深）现状和变幅分析应以等值线、等值面或列表等形式表征。单站水位（埋深）特征值分析可通过柱状图或过程线表达。对于地下水自流井，还应辅助记录流量数据，以流量过程线、柱状图或列表等形式表征。裂隙水和岩溶水分析宜以点带面，以强开采地段或水源地或独立水文地质单元为最小单元，选择有代表性的监测站，分析月均值、年均值、最大值、最小值、同比值、与基准

年对比值等。通过典型单站水位（埋深）水位过程线或列表等形式表达水位动态过程。

6.2.6 地下水埋深（以下用 D 表示，单位为m）分布情况宜用等值面形式展示，划分级别、分区、着色可选用下列方法：

a) 按照 $D \leq 2$ 、 $2 < D \leq 4$ 、 $4 < D \leq 8$ 、 $8 < D \leq 12$ 、 $12 < D \leq 16$ 、 $16 < D \leq 20$ 、 $20 < D \leq 30$ 、 $30 < D \leq 40$ 、 $40 < D \leq 50$ 、 $D > 50$ 级别进行划分，划分级别、分区、着色要求及色度值见附录D.1-1；

b) 按照 $D \leq 1$ 、 $1 < D \leq 2$ 、 $2 < D \leq 3$ 、 $3 < D \leq 4$ 、 $4 < D \leq 5$ 、 $5 < D \leq 6$ 、 $6 < D \leq 10$ 、 $10 < D \leq 20$ 、 $20 < D \leq 30$ 、 $30 < D \leq 50$ 、 $D > 50$ 级别进行划分，划分级别、分区、着色要求及色度值见附录D.1-2；

c) 依据平均埋深、最大埋深和最小埋深确定级别划分，划分级别、分区、着色要求及色度值见附录D.1-3；

d) 依据当地埋深具体情况，确定划分级别。

6.2.7 地下水水位分布情况宜用等值线形式展示。等值线应采用整数水位值，等水位线间隔应根据图幅或编图比例尺确定，具体要求如下：

a) 1:50万以下比例尺图幅等水位线间隔值可采用5的倍数，视评价区域水位范围确定；

b) 1:50万、1:20万比例尺图幅等水位线间隔值为2m，采用偶数水位值；

c) 1:10万、1:5万及以上比例尺图幅等水位线间隔值为1m；

d) 特殊情况以实际要求为准，可进行加密处理。

6.2.8 地下水水位等值线在绘制完成后应进行核查，避免出现以下情况：

a) 与实际流场不符；

b) 穿过河流或山脉；

c) 相交。

6.2.9 地下水水位（埋深）变幅（以下用 ΔZ 表示，单位为m）宜使用变幅等值面形式展示，为当前地下水水位（埋深）监测值与它次监测值的差值。划分级别、分区、着色可选用下列方法：

a) 按照 $\Delta Z > 0.5$ 、 $0 \leq \Delta Z \leq 0.5$ 、 $-0.5 \leq \Delta Z < 0$ 、 $\Delta Z < -0.5$ 划分为水位上升区（埋深减少区）、水位弱上升区（埋深弱减少区）、水位弱下降区（埋深弱增加区）、水位下降区（埋深增加区），其中变幅绝对值超过0.5m的区域应进一步分为 $0.5 < |\Delta Z| \leq 1$ 、 $1 < |\Delta Z| \leq 2$ 、 $|\Delta Z| > 2$ 。同时应分析计算不同级别分区的面积和面积百分比。划分级别、分区、着色要求及色度值见附录D.2所示。

b) 依据当地埋深变化具体情况，确定划分级别。

6.2.10 对比同一区域浅层地下水、深层地下水的动态变化，应定性分析其相互越流补排关系。

6.3 地下水水温分析评价

6.3.1 区域孔隙水水温现状分布应以等值线、等值面或列表等形式表征，单站水温情况可通过特征值如日值、月均值、年均值、最高值、最低值等的柱状图或折线图表征。裂隙水和岩溶水水温情况应通过典型单站水温柱状图或折线图表达其空间维度特征，以点带面进行分析。

6.3.2 地下水水温等值面可划分为9个级别分区，同时应分析计算不同级别分区的面积、面积百分比。地下水水温划分级别、分区、着色要求及色度值可参照附录D.3，若水温变动较小，也可视实际需要划分级别分区。

6.3.3 区域孔隙水水温变化情况，可以等值面或列表等形式表征，也可绘制月（年）变化过程线；单站水温动态可通过月（年）变化过程线或列表等形式表征。地下水水温变幅（以下用 ΔT 表示，单位为 $^{\circ}\text{C}$ ）划分级别、分区、着色可选用下列方法：

a) 按照 $\Delta T > 0.5$ 、 $0 \leq \Delta T \leq 0.5$ 、 $-0.5 \leq \Delta T < 0$ 、 $\Delta T < -0.5$ 划分为上升区、弱上升区、弱下降区、下降区，其中变幅绝对值超过 0.5°C 的区域应进一步分为 $0.5 < |\Delta T| \leq 1$ 、 $1 < |\Delta T| \leq 3$ 、 $|\Delta T| > 3$ 。同时应分析计算不同级别分区的面积和面积百分比。划分级别、分区、着色要求及色度值见附录D.4所示。

b) 依据当地地下水水温变化具体情况，确定划分级别。

6.4 泉流量分析评价

6.4.1 泉流量分析评价应选择有代表性的监测站，分析泉流量的月均值、年均值、最大值、最小值、同比值、与基准年对比值等。

6.4.2 可采用泉流量过程线、柱状图或列表等形式表征泉流量动态过程。

6.5 地下水开采量分析评价

6.5.1 地下水开采量分析评价应以县级行政区为最小单元，按用途分为工业用水、农业用水、生活用水（进一步划分为农村生活和城镇生活）、其他用水等进行统计分析。

6.5.2 地下水开采量宜分层进行统计分析。对于深层地下水分层组开采的可按不同层组进行统计分析。在以行政单元分析评价时应结合不同含水岩类：松散岩类孔隙含水岩组、碎屑岩类裂隙含水岩组、碳酸盐岩类裂隙-岩溶含水岩组、基岩裂隙含水岩组、多年冻土孔隙裂隙含水岩组等；不同地貌类型：平原或大型盆地（包括河谷平原）、山丘区等类型进行统计分析。

6.5.3 开采量分析内容包括月度、季度、年度开采量统计和同比分析，对重要地下水水源地应进行单独统计分析。可根据资料情况，绘制地下水开采量动态过程图或开采模数图。

6.6 地下水水质分析评价

6.6.1 依据《地下水质量标准》GB/T 14848对地下水水质状况定期开展评价，反映各个流域片、行政

区及水文地质分区的地下水水质变化情况，并编制分析评价报告。

6.6.2 主要分析评价内容包括：

- a) 采用舒卡列夫分类法确定地下水化学类型，绘制区域地下水化学类型分布图；
- b) 评价各监测站地下水水质类别，绘制区域地下水水质类别分布图；
- c) 绘制区域地下水特征水质指标（总硬度、硝酸盐氮、锰等，可根据地下水资源保护管理需求调整）浓度分布图；
- d) 根据单站水质检测结果进行单指标评价和综合评价，指明主要超标因子及超标倍数；
- e) 绘制典型监测站主要超标因子监测值动态变化图；
- f) 水质变化趋势分析，综合分析计算分区内地下水水质监测站各监测项目的变化趋势，作为相应分区的地下水水质变化趋势；
- g) 地下水污染分析。分析有可能造成地下水水质变化的风险源和污染途径。充分利用地下水水质现状评价和变化趋势分析成果，密切结合污染源种类、物质组成和地理分布特征，通过综合分析，确定地下水现状污染区域界线、主要污染项目和污染程度；

h) 大型及特大型地下水水源地水质应单独进行分析评价。对大型及特大型地下水水源地逐一进行水质评价。未形成超采区的，以生产井布井区为评价区；已形成超采区的，以相应超采区为评价区。

6.6.3 水质监测站单项水质指标类别应根据该指标实测浓度值与 GB14848 规定的限值比对结果确定。当不同类别标准值相同时，遵循从优不从劣的原则。监测站水质综合评价，按所有参评的单指标评价结果最差的类别确定。

6.6.4 评价成果宜按照优于Ⅲ类（Ⅰ~Ⅲ类）、Ⅳ类和Ⅴ类进行统计，并与上一年度或基准年成果做对比分析。地下水水质类别着色要求及色度值见附录 D5 所示。饮用水水源井评价结果劣于Ⅲ类时，应做调查分析。

6.7 地下水蓄变量分析计算

6.7.1 应利用大气降水入渗补给系数、给水度等参数，结合区域和单站地下水水位变化情况，计算分析评价区潜水含水层地下水蓄变量，宜用列表、柱状图形式表达。

6.7.2 地下水蓄变量计算，优先采用水位（埋深）变幅法计算：

水位（埋深）变幅法：利用地下水水位（埋深）变幅变化、潜水含水层给水度等参数，计算各平原区、水文地质单元、行政区的地下水蓄变量值：

$$\Delta W = \mu \times \Delta h \times A \times 100 \quad (\text{式7-1})$$

式中， ΔW 为地下水蓄变量，万立方米； μ 为水位变动带给水度，无量纲； Δh 为评价区潜水含水层地下水水位（埋深）变幅，m； A 为评价区面积， km^2 。各种岩土体的给水度参数见附录 E.1。

6.7.3 在缺乏地下水观测数据，地下水补排关系简单，地下水补给主要来源为大气降水，地下水排泄主要为开采的情况下，可使用降水入渗补给法进行估算：

降水入渗补给法：利用降水量、降水入渗补给系数等参数，计算各平原区、水文地质单元、行政区的地下水蓄变量值：

$$\Delta W = (P \times \alpha \times A) / 10 - Q_{\text{开}} \quad (\text{式7-2})$$

式中， ΔW 为地下水蓄变量，万立方米； P 为降水量，mm； α 为降水入渗补给系数，无量纲； A 为评价区面积， km^2 ； $Q_{\text{开}}$ 为估算的开采量，万立方米。不同岩性和降水量的平均年降水入渗补给系数值见附录E. 2。

6.7.4 承压地区应利用承压含水层贮水系数等参数，结合区域和单站承压水位（测压水位）/承压水面埋深变化情况，计算分析评价区承压水含水层蓄变量：

$$\Delta W = S \times \Delta h \times A \times 100 \quad (\text{式7-3})$$

式中， ΔW 为地下水蓄变量，万立方米； S 为承压含水层贮水系数，无量纲； Δh 为评价区承压含水层承压水位（承压水面埋深）变幅，m； A 为评价区面积， km^2 。各种岩土贮水系数见附录E. 3。

6.7.5 地下水蓄变量分析应计算各平原区、行政区内的浅层地下水、深层地下水相比上月和上一年度同期的蓄变量，应根据地下水埋深变幅的分区（埋深弱增加区、埋深增加区、埋深减少区、埋深弱减少区）分析相应蓄变量特征，用列表、柱状图形式表达。

6.8 地下水水位降落漏斗评价

6.8.1 地下水水位降落漏斗一般为由于地下水开采形成的松散沉积物孔隙水区域漏斗。基岩风化程度高、有统一水力联系的裂隙和岩溶区漏斗可参考进行评价。

6.8.2 地下水水位降落漏斗评价前应收集以下资料：

- a) 基准年以来评价单元内的降水、蒸发和重要河流断面水位、流量等数据。
- b) 水文地质资料，包括地形、地下水埋藏条件、地下水补径排条件等资料。
- c) 评价单元内的地下水开发利用数据，包括水资源公报、水利统计年鉴、水资源调查评价和取水工程核查登记等数据。
- d) 漏斗、超采区评价及划分成果，地下水水质及生态地质环境评价成果，包含采用的数据、方法、标准等。

6.8.3 地下水水位降落漏斗应分层进行评价，利用选定的监测站地下水水位资料，采用克里金或反距离加权等插值方法，初步绘制浅层与深层地下水水位等值线图。结合地形、地表水与地下水补径排关系、水文地质条件等，分析该图合理性，并在此基础上进行修改完善。

在地下水水位等值线图上采用带箭头线段表示区域性及局部性地下水流向，以辅助反映工作范围内地下水宏观流向和影响范围等特征。

6.8.4 地下水水位等值线图宜采用不低于 1:20 万比例尺精度进行绘制。

6.8.5 地下水水位降落漏斗以最大闭合或者具有闭合趋势的某一高度等水位线圈定，漏斗边界要采用不同线型表示。单个漏斗应有不少于 5 个监测站控制和 5 条封闭等水位线；代表站较少时，单个漏斗应

不少于 3 个监测站控制和 3 条封闭等水位线。漏斗应在评价年内稳定存在。漏斗边界圈定方法如下：

a) 最大闭合等水位线法：以闭合的最高等水位线作为漏斗边界，其水位作为漏斗边界水位。

b) 区域给定值法：结合地下水管理需求，采用已有研究成果中的漏斗边界水位值，作为漏斗边界水位。

6.8.6 漏斗边界圈定完成后，应进行合理性检查：当存在地下水分水岭时，所选择的最外围闭合等水位线不超过地下水分水岭中心点（见附录 F）。等水位线如遇隔水边界尖灭时，隔水边界与等水位线共同组成漏斗边界。当漏斗跨省级行政区时，漏斗圈定应参考相邻行政区监测站的选取、插值方法及圈定方法等，尽量保持一致，在行政区边界处的地下水水位等值线应避免突变。

6.8.7 漏斗评价指标主要包括漏斗数量、中心水位、平均水位、面积和体积。

a) 漏斗数量：分别按浅层单一漏斗、深层单一漏斗、浅层复合漏斗、深层复合漏斗等统计漏斗数量。

b) 中心水位：以漏斗范围内最低等水位线所包围的区域内监测站实测水位最小值作为漏斗中心水位。对于复合型漏斗，应逐个统计漏斗中心水位。

c) 平均水位：漏斗平均水位可通过插值网格进行加权平均计算，也可根据绘制的地下水水位等值线，采用相邻等水位线平均值与所包围的面积加权计算漏斗平均水位 Z ：

$$Z = \sum_{i=1}^n \left\{ \frac{1}{2} (H_{i-1} + H_i) \times S_i \right\} / S \quad (\text{式7-4})$$

式中， H_{i-1} 、 H_i 分别为第 $i-1$ 、 i 条地下水水位等值线值； S_i 为第 $i-1$ 、 i 条地下水水位等值线所包围的面积； S 为漏斗面积； n 为地下水水位等值线总数。

d) 面积和体积：漏斗面积即漏斗边界等水位线所包围的面积。漏斗体积即漏斗所占空间的大小，一般根据圈定的漏斗范围和地下水水位等值线，计算漏斗面积和体积。根据漏斗水位插值网格面积乘以网格地下水水位埋深计算网格体积，然后汇总漏斗所包含的全部网格总体积，即漏斗体积：

$$V = \sum_{i=1}^m S_{\text{网格}i} \times h_i \quad (\text{式7-5})$$

式中， $S_{\text{网格}i}$ 为第 i 个网格的面积； h 为第 i 个网格的地下水水位与漏斗边界水位的差值，即第 i 个网格的地下水水位埋深； m 为网格总数。

或根据相邻地下水水位等值线的高差计算漏斗体积：

$$V = \sum_{i=1}^m S_i \times \left[H - \frac{H_{i-1} + H_i}{2} \right] \quad (\text{式7-6})$$

式中， H 为漏斗边界水位，其它变量同上。

6.8.8 在有条件地区，应对地下水降落漏斗进行水均衡计算。水均衡计算公式为：

$$\mu \Delta V = Q_1 - Q_2 + W \quad (\text{式7-7})$$

式中， μ 为含水层给水系数（潜水为给水度，承压水为储水系数）； ΔV 为漏斗体积年变化值； Q_1 为漏斗边界年流入量； Q_2 为漏斗边界年流出量（一般为0）； W 为年净补给量，即为降水入渗、河道和湖库渗漏补给量、灌溉渠系田间入渗以及越流补给量，减去潜水蒸发量、越流排泄量及开采量。深层含水层在 W 中仅有越流补给量、排泄量及开采量。各水均衡项计算参照附录G计算方法。

6.8.9 地下水水位降落漏斗根据地下水埋藏条件，可分为浅层和深层漏斗；根据规模可分为特大型（面积大于等于3000km²）、大型（面积大于等于1000km²小于3000km²）、中型（面积大于等于500km²小于1000km²）和小型漏斗（面积小于500km²）；根据演变情势，可分为发展型（漏斗平均水位呈下降趋势，下降速率大于0.5m）、稳定型（漏斗平均水位平均变化速率在-0.5m~0.5m之间）和缩减型（漏斗平均水位呈上升趋势，下降速率大于0.5m）漏斗。深层漏斗演变情势类型划分的变幅标准可根据深层地下水年平均水位变幅适当加大。

6.8.10 地下水降落漏斗名称应根据漏斗范围所在行政区名称确定。

单个漏斗命名宜采用漏斗范围内显著地标或漏斗中心所在地市级或县级行政区，加深层或浅层地下水（层组）命名。如，A（县）浅层地下水漏斗。跨行政区的可采用漏斗中心涉及的地市级或县级行政区名称缩写，加深层或浅层地下水（层组）命名。如，A（县）B（县）C（县）浅层地下水漏斗。

复合漏斗命名采用以“—”符连接各漏斗名称，加深层或浅层地下水（层组）加“复合”两字，命名顺序以漏斗面积大小排列。如，A（县）—B（县）—C（县）深层地下水复合漏斗。

6.8.11 第一次完成地下水水位降落漏斗评价后，应建立漏斗台账，台账应根据新一次漏斗评价成果逐年进行复核与更新。

7 地下水分析评价成果

7.1 一般规定

7.1.1 同一次评价中，不同工作范围内的分析评价成果应做好衔接、协调和平衡。

7.1.2 按地下水动态分析评价目的和时间周期可分为：固定周期（月报、季报）类分析评价成果，专题类分析评价成果，年报类综合分析评价成果。

7.1.3 分析评价成果应按需补充与地下水动态相关的要素分析，如水文地质条件、降水量、水面蒸发量、河湖水位和流量、地下水用水量、地下水水资源量、地下水开发利用状况、植被类型、主要种植作物、生态地质环境问题等。

附录 A

（资料性附录）

分析评价成果编制

1 月报、季报类分析评价成果

1.1 地下水动态月报应包括以下内容：

降水量分析：月降水量，月降水量同比、环比分析，绘制降水量等值线图；

地下水水位动态分析：评价区地下水水位（埋深）分布，最高和最低水位（最大和最小埋深）情况，分析地下水水位动态类型及成因，绘制地下水水位（埋深）等值线图，绘制典型监测站地下水水位（埋深）动态过程图。

地下水水位（埋深）变幅分析：按水位上升区、弱上升区、弱下降区、下降区（埋深减少区、弱减少区、弱增加区、增加区）进行分区，并计算不同水位（埋深）变幅分区的面积，绘制地下水水位（埋深）变幅分区图；

对于泉域中的地下水监测站，列表分析泉流量平均值、最大值和最小值，并绘制泉流量动态过程图；对存在地下水超采的地市或重点地区的地下水水位变化情况进行排名和预警。

1.2 地下水季报可在当季地下水月报动态分析评价的内容基础上，增加以下内容：

地下水蓄变量分析；

地下水开采量分析：分层开采量统计，同比、环比分析地下水开采量变化，绘制降水、地下水水位和开采量过程线图；

地下水用水量分析：分层、分用途统计用水量，同比、环比分析地下水用水量变化。

2 专题类分析评价成果

2.1 专题类成果主要为重要水事件的专题类分析成果，如地下水超采分析评价、地下水降落漏斗分析评价、河湖生态补水地下水分析评价和重点地区地下水动态分析评价等。

2.2 地下水超采区评价应按现行国家标准《地下水超采区评价导则》GB/T 34968有关规定执行。地下水超采区分析评价内容应包括以下内容：

超采区分布、面积、超采量以及超采程度评价；

超采区地下水水位动态分析评价；

地下水开发利用状况评价；

生态地质环境问题及其与地下水开采的关系分析；

超采区变化趋势分析。

2.3 地下水降落漏斗评价应包括漏斗变化情势及影响要素分析。漏斗变化情势评价应包含以下内容：

面积和体积变化。根据评价年与基准年或上一年圈定的漏斗，计算漏斗面积和体积变幅；

中心位置及水位变化。根据评价年与基准年或上一年确定的漏斗中心点位置，描述漏斗中心位置变化，计算漏斗中心年末月平均水位变幅；

平均水位变化。根据评价年与基准年或上一年统计的漏斗年末月平均水位，计算平均水位变幅；

漏斗数量变化。根据评价年与基准年或上一年统计的漏斗数量，计算漏斗数量年变化。

漏斗剖面分析：漏斗剖面分析应根据地下水水位（埋深）等值线图，确定典型剖面位置，绘制地下水水位（埋深）剖面图，剖面位置应根据监测实际与服务需求确定，并分析演变趋势。

漏斗变化情势的影响要素评价应包括对降水量、水面蒸发量、河湖水位和流量、越流补给和排泄、开采量等内容的评价。

2.4 河湖生态补水地下水分析评价应包括以下内容：

河湖地下水回补结束后应开展效果评估，有条件的可在补水期间开展阶段评价，及时掌握河湖、地下水补水前后变化情况，总结补水成效与经验；

河湖生态补水地下水宜按垂直河道、湖边界不同距离划分的区域分别进行分析，可使用0~2 km，2~5 km，5~10 km等级进行划分，也可依据历年补水效果进行距离级别划分。对于较长的补水河段可根据上下游水文地质条件分段评价河道生态补水沿线周边的地下水动态变化；

据地下水水位回升边界、地下水水温变化、地下水水质变化边界，确定河湖生态补水地下水影响范围；

地下水影响评价至少包括：地下水水位变化，地下水水温变化，地下水水质变化，入渗量和影响范围等。有条件的地区可增加评估地下水流场变化；

地下水水位变化可包括：监测井水位最大回升高度、区域水位平均变化、回升面积比例、与未补水区域对比等；

地下水水温评价应包括：补水前后单井水温变化情况；

地下水水质评价应包括：补水前后单井水质常规指标浓度变化、补水前后水质类别变化。

2.5 重点地区地下水动态分析评价应根据重点地区管理需求确定地下水评价内容。应包括以下内容：

降水量分析评价；

地下水水位动态分析评价；

地下水水温分析评价；

地下水开采量统计与分析评价；

地下水水质分析评价；

地下水蓄变量分析评价；

地下水用水量统计与分析评价；

地下水超采区分析评价；

河湖生态补水地下水分析评价；

岩溶泉域地下水分析评价；

地下水重要事件。

2.6地下水水源地分析评价应包括以下内容：

地下水水源地基本情况，包括：水源地名称、面积、取水用途、可开采量、设计供水人口、设计供水能力、开采井数量等；

地下水水位动态分析：统计时段内地下水水源地的地下水水位（埋深）分布，地下水水位（埋深）升、降幅度及范围，地下水水位（埋深）最高（大）值和最低（小）值的位置，地下水水位上升区、弱上升区、弱下降区、下降区（埋深减少区、弱减少区、弱增加区、增加区）的主要分布区域，并分析水源地的地下水水位变化特征；

开采量分析：统计时段内开采量情况，同比、环比分析地下水开采量变化；

水质状况分析，统计时段内水源地水质达标率、特征超标指标极值和超标倍数，同比分析地下水水质变化。

2.7岩溶泉域地下水分析评价应包括：

岩溶泉域基本情况，包括：泉域名称、面积（其中裸露区面积）、泉口标高、泉域涉及市和县、泉域资源量、泉域开采量、开采井数量、水源地数量等；

降水量分析：分析泉域范围内降水量情况，包括月、年、降水量同比分析，与多年平均对比分析，按频率评价降水量丰、平、枯；

地下水水位动态分析：统计时段内泉域范围内地下水水位（埋深）分析，包括月均值、年均值、最大值、最小值、同比值等，并分析地下水水位变化特征；

开采量分析：统计时段内泉域开采量情况，同比分析地下水开采量变化；

水质状况分析：统计时段内泉域地下水水质达标率、特征超标指标极值和超标倍数，同比分析地下水水质变化。

2.8专题类分析评价可按需进行实时评价或年度评价。

3 年报类综合分析评价成果

3.1年报类综合分析评价成果内容为在月报、季报类成果和专题类成果的基础上，全面评价年度地下水动态。在月报、季报类成果和专题类成果的基础上，增加以下内容：

降水量同比分析：与多年平均对比分析，按频率评价降水量丰、平、枯；

地下水水位（埋深）年度内变化情况；

地下水水温状况分析：同比分析地下水水温变化；

地下水开采量分析：分层统计开采量，同比分析地下水开采量变化；

地下水水质状况分析评价，同比分析地下水水质变化；

地下水用水量分析：分层、分用途统计用水量，同比分析地下水用水量变化；

重要水事件：不限于年度地下水开发、利用、保护、管理，超采区综合治理及规划、建设等较为重要的事件，还应包括暴雨、洪水等重要事件，以及事件名称、时间、地区等相关内容。

附录 B

(资料性附录)

站网密度一般规定

表 B.1 基本类型区地下水水位站网选取密度表 (眼/10³ km²)

基本类型区名称			监测站布 设形式	开发利用程度分区			备 注
一 级	二 级	三 级		弱	中 等	强	
平 原 区	冲、洪、湖、 积平原区	山前冲、洪、湖、积 倾斜平原区	全面 布设	2 ~ 7	7 ~ 12	12 ~ 18	地下水开发利用 程度,用开采系数 (K_c)表示,即开 采量与可开采量 之比。地下水开发 利用程度可划分 为4级: 1.弱开采区: K_c < 0.3; 2.中等开采区: K_c = 0.3 ~ 0.7; 3.强开采区: K_c = 0.7 ~ 1.0; 4.超采区: K_c > 1;
		冲积平原区		2 ~ 7	7 ~ 12	12 ~ 18	
		滨海平原区		3 ~ 7	7 ~ 12	12 ~ 18	
		湖积平原区		2 ~ 4	4 ~ 8	8 ~ 15	
	山间平原区	山间盆地		3 ~ 8	8 ~ 12	12 ~ 18	
		山间河谷平原区		4 ~ 8	8 ~ 12	12 ~ 18	
	内陆 盆地 平原区	山前倾斜平原区		2 ~ 5	5 ~ 10	10 ~ 16	
		冲积平原区		1 ~ 4	4 ~ 8	8 ~ 15	
		河谷区		1 ~ 4	4 ~ 8	8 ~ 15	
	黄土 高原区	黄土台塬区	选择 典型区 布设	1 ~ 4	4 ~ 8	8 ~ 15	
		黄土梁峁区		2 ~ 5	5 ~ 10	10 ~ 16	
	荒漠区	绿洲区		3 ~ 5	5 ~ 10	10 ~ 18	
		河谷区		2 ~ 5	5 ~ 10	10 ~ 16	
山 丘 区	一般基岩山 区	裂隙区	选择 典型 代表区 布设	2 ~ 4	4 ~ 8	8 ~ 10	
		脉状断裂区		3 ~ 6	6 ~ 8	8 ~ 12	
	岩溶山区	裸露岩溶区		1 ~ 2	2 ~ 4	4 ~ 8	
		隐伏岩溶区		2 ~ 3	3 ~ 6	6 ~ 10	
	丘陵区	基岩丘陵区		1 ~ 2	2 ~ 4	4 ~ 8	
		红层丘陵区		1 ~ 2	2 ~ 4	4 ~ 8	
		黄土丘陵区		1 ~ 2	2 ~ 4	4 ~ 8	

注: 此表引用自《地下水监测工程技术标准》(GB/T 51040)

表 B.2 特殊类型区基本监测站选取密度表（眼/ 10^3 km^2 ）

特殊类型区名称		监测站密度
城市建成区		15 ~ 50
大型地下水水源地		15 ~ 35
地下水超采区	一般超采区	15 ~ 40
	严重超采区	30 ~ 60
海（咸）水入侵区		15 ~ 30
地面沉降与地裂缝区		20 ~ 30
地下水污染及污染风险区		20 ~ 30
生态脆弱区		10 ~ 25
水源涵养区		10 ~ 25
次生盐渍化区		10 ~ 25
岩溶塌陷区		10 ~ 25
生态补水区（傍河取水区）		15 ~ 60

注：此表引用自《地下水监测工程技术标准》（GB/T 51040）

附录 C

（资料性附录）

地下水水位（埋深）数据入库特征值及字段

表 C.1 地下水水位（埋深）数据入库特征值及字段

字段名	字段标识	类型及长度	计量单位	字段说明
测量水面深	MBD	N (6, 2)	m	井口固定点至地下水水面的距离
平均埋深	AVBD	N (6, 2)	m	月（日/旬/季度/年）内平均埋深值
平均变幅	AVCA	N (6, 2)	m	本月（日/旬/季度/年）平均埋深与上月（日/旬/季度/年）平均埋深均值之差
最大埋深	MXBD	N (6, 2)	m	月（日/旬/季度/年）内最大埋深值
最大埋深出现时间	MXBDTM	DATE		月（日/旬/季度/年）内最大埋深发生的时间，精确到分
最小埋深	MNBD	N (6, 2)	m	月（日/旬/季度/年）内最小埋深值
最小埋深出现时间	MNBDTM	DATE		月（日/旬/季度/年）内最小埋深发生的时间，精确到分
平均水位	AVZ	N (6, 2)	m	月（日/旬/季度/年）内平均水位值
最高水位	MXZ	N (6, 2)	m	月（日/旬/季度/年）内最高水位值
最高水位发生时间	MXZTM	DATE		月（日/旬/季度/年）内最高水位值发生的时间，精确到分
最低水位	MNZ	N (6, 2)	m	月（日/旬/季度/年）内最低水位值
最低水位发生时间	MNZTM	DATE		月（日/旬/季度/年）内最低水位发生的时间，精确到分
年末差	YEDZ	N (4, 2)	m	本年末的监测值与上一年同期监测值的差值
变幅	CA	N (4, 2)	m	月（日/旬/季度/年）内最大埋深（最低水位）与最小埋深（最高水位）的差值

注：类型及长度中，N (x, 2) 表示字段类型为数字，字段长度为x，其中小数部分占2 位，小数点占1 位。DATE类型存储格式为YYYY/MM/DD HH24:MI:SS，如2023年1月1日晚8点数据，为2023/01/01 20:00:00。

附录 D

(资料性附录)

地下水评价要素等级分区样式表

表 D.1-1 埋深等值面划分级别、分区、着色要求及色度值

级别	埋深 (m)	颜色	色度值[R, G, B]
1	≤ 2		[60, 110, 255]
2	$2 < \sim \leq 4$		[110, 200, 255]
3	$4 < \sim \leq 8$		[190, 255, 190]
4	$8 < \sim \leq 12$		[255, 255, 160]
5	$12 < \sim \leq 16$		[255, 190, 255]
6	$16 < \sim \leq 20$		[200, 150, 255]
7	$20 < \sim \leq 30$		[255, 215, 65]
8	$30 < \sim \leq 40$		[255, 175, 90]
9	$40 < \sim \leq 50$		[235, 120, 80]
10	> 50		[255, 0, 0]

表 D.1-2 埋深等值面划分级别、分区、着色要求及色度值

级别	埋深 (m)	颜色	色度值[R, G, B]
1	≤ 1		[60, 110, 255]
2	$1 < \sim \leq 2$		[110, 200, 255]
3	$2 < \sim \leq 3$		[0, 176, 80]
4	$3 < \sim \leq 4$		[190, 255, 190]
5	$4 < \sim \leq 5$		[255, 255, 160]
6	$5 < \sim \leq 6$		[255, 215, 65]
7	$6 < \sim \leq 10$		[255, 190, 255]
8	$10 < \sim \leq 20$		[200, 150, 255]
9	$20 < \sim \leq 30$		[235, 120, 80]
10	$30 < \sim \leq 50$		[255, 0, 0]
11	> 50		[151, 9, 67]

表 D.1-3 埋深等值面划分级别、分区、着色要求及色度值

级别	埋深 (m)	颜色	色度值[R, G, B]
1	$< H_{min}$		[60, 110, 255]
2	$H_{min} \leq \sim < \Delta H - 2 (\Delta H - H_{min}) / 3$		[110, 200, 255]
3	$\Delta H - 2 (\Delta H - H_{min}) / 3 \leq \sim < \Delta H - (\Delta H - H_{min}) / 3$		[0, 176, 80]
4	$\Delta H - (\Delta H - H_{min}) / 3 \leq \sim < \Delta H$		[190, 255, 190]
5	ΔH		[255, 255, 160]
6	$\Delta H < \sim \leq \Delta H + (H_{max} - \Delta H) / 3$		[255, 215, 65]
7	$\Delta H + (H_{max} - \Delta H) / 3 < \sim \leq \Delta H + 2 (H_{max} - \Delta H) / 3$		[235, 120, 80]
8	$\Delta H + 2 (H_{max} - \Delta H) / 3 < \sim \leq H_{max}$		[255, 0, 0]
9	$> H_{max}$		[151, 9, 67]

注：1 H_{min} 埋深多年最小值；2 ΔH 埋深多年均值；3 H_{max} 埋深多年最大值

表 D.2 水位（埋深）变幅等值面划分级别、分区、着色要求及色度值

分区	水位变幅 (m)	颜色	色度值[R, G, B]
水位上升区 (埋深减少区)	> 2		[60, 110, 255]
	$1 < \sim \leq 2$		[110, 200, 255]
	$0.5 < \sim \leq 1$		[0, 176, 80]
水位弱上升区 (埋深弱减少区)	$0 \leq \sim \leq 0.5$		[190, 255, 190]
水位弱下降区 (埋深弱增加区)	$-0.5 \leq \sim < 0$		[255, 215, 65]
水位下降区 (埋深增加区)	$-1 \leq \sim < -0.5$		[235, 120, 80]
	$-2 \leq \sim < -1$		[255, 0, 0]
	< -2		[151, 9, 67]

表 D.3 地下水水温等值面划分级别、分区、着色要求及色度值

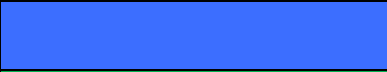
级别	水温 (°C)	颜色	色度值[R, G, B]
1	$< T_{min}$		[60, 110, 255]
2	$T_{min} \leq \sim < \Delta T - 2 (\Delta T - T_{min}) / 3$		[110, 200, 255]
3	$\Delta T - 2 (\Delta T - T_{min}) / 3 \leq \sim < \Delta T - (\Delta T - T_{min}) / 3$		[0, 176, 80]
4	$\Delta T - (\Delta T - T_{min}) / 3 \leq \sim < \Delta T$		[190, 255, 190]
5	ΔT		[255, 255, 160]
6	$\Delta T < \sim \leq \Delta T + (T_{max} - \Delta T) / 3$		[255, 215, 65]
7	$\Delta T + (T_{max} - \Delta T) / 3 < \sim \leq \Delta T + 2 (T_{max} - \Delta T) / 3$		[235, 120, 80]
8	$\Delta T + 2 (T_{max} - \Delta T) / 3 < \sim \leq T_{max}$		[255, 0, 0]
9	$> T_{max}$		[151, 9, 67]

注：1 T_{min} 水温多年最低值；
 2 ΔT 水温多年均值；
 3 T_{max} 水温多年最高值。

表 D.4 地下水水温变幅等值面划分级别、分区、着色要求及色度值

分区	水温变幅 (°C)	颜色	色度值[R, G, B]
下降区	< -3		[60, 110, 255]
	$-3 \leq \sim < -1$		[110, 200, 255]
	$-1 \leq \sim < -0.5$		[0, 176, 80]
弱下降区	$-0.5 \leq \sim < 0$		[190, 255, 190]
弱上升区	$0 \leq \sim \leq 0.5$		[255, 215, 65]
上升区	$0.5 < \sim \leq 1$		[235, 120, 80]
	$1 < \sim \leq 3$		[255, 0, 0]
	> 3		[151, 9, 67]

表 D.5 地下水水质类别着色要求及色度值

水质类别	颜色	色度值[R, G, B]
I类		[60, 110, 255]
II类		[0, 176, 80]
III类		[255, 255, 160]
IV类		[255, 215, 65]
V类		[255, 0, 0]

附录 E

(资料性附录)

地下水水文地质参数取值参考表

表 E.1 各种岩土给水度经验值 (μ , 无量纲)

岩性	给水度 μ	岩性	给水度 μ
粉砂与黏土	0.10 ~ 0.15	粗粒及砾石砂	0.25 ~ 0.35
细沙与流质砂	0.15 ~ 0.20	黏土胶结的砂岩	0.02 ~ 0.03
中砂	0.20 ~ 0.25	裂隙灰岩	0.008 ~ 0.10

注：数据引用自《水文地质手册（第二版）》（2012年地质出版社出版，681页）。

表 E.2 不同岩性和降水量的平均年降水入渗补给系数 (α , 无量纲)

P 年/mm	岩性				
	黏土	亚黏土	亚砂土	粉细砂	砂卵砾石
50	0 ~ 0.02	0.01 ~ 0.05	0.02 ~ 0.07	0.05 ~ 0.11	0.08 ~ 0.12
100	0.01 ~ 0.03	0.02 ~ 0.06	0.04 ~ 0.09	0.07 ~ 0.13	0.10 ~ 0.15
200	0.03 ~ 0.05	0.04 ~ 0.10	0.07 ~ 0.13	0.10 ~ 0.17	0.15 ~ 0.21
400	0.05 ~ 0.11	0.08 ~ 0.15	0.12 ~ 0.20	0.15 ~ 0.23	0.22 ~ 0.30
600	0.08 ~ 0.14	0.11 ~ 0.20	0.15 ~ 0.24	0.20 ~ 0.29	0.26 ~ 0.36
800	0.09 ~ 0.15	0.13 ~ 0.23	0.17 ~ 0.26	0.22 ~ 0.31	0.28 ~ 0.38
1000	0.08 ~ 0.15	0.14 ~ 0.23	0.18 ~ 0.26	0.22 ~ 0.31	0.28 ~ 0.38
1200	0.07 ~ 0.14	0.13 ~ 0.21	0.17 ~ 0.25	0.21 ~ 0.29	0.27 ~ 0.37
1500	0.06 ~ 0.12	0.11 ~ 0.18	0.15 ~ 0.22		
1800	0.05 ~ 0.10	0.09 ~ 0.15	0.13 ~ 0.19		

注：1.东北黄土 α 与表中亚黏土 α 相近，陕北黄土含有裂隙，其 α 与表中亚砂土 α 相近。

2.数据引用自《中国水资源评价》（水利电力部水文局组织编写，1987年水利电力出版社出版）。

表 E.3 各种岩土的水力系数（S，无量纲）

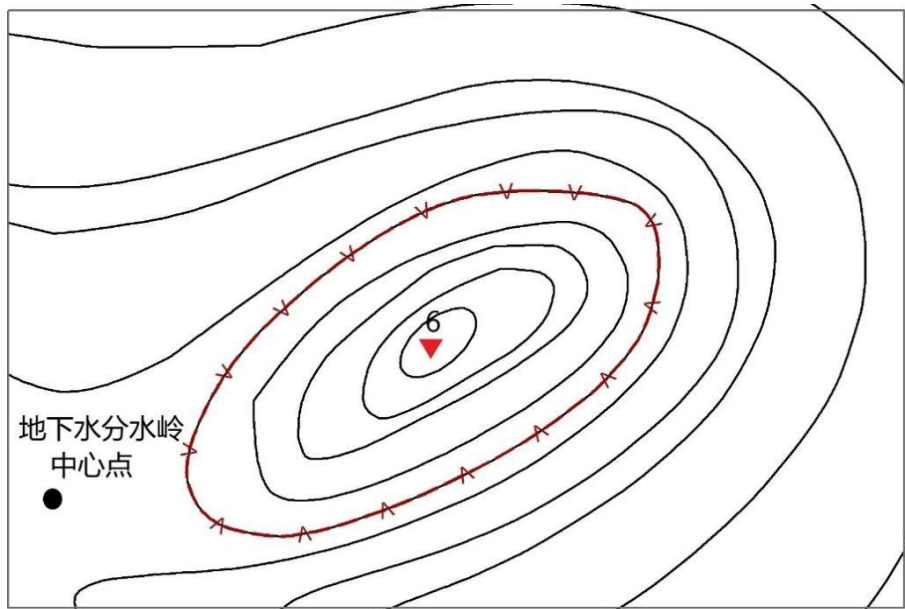
岩土类别	水力系数 S	岩土类别	水力系数 S
塑性软黏土	2e-2 ~ 2.6e-3	密实砂	2e-4 ~ 1.3e-4
坚硬黏土	2.6e-3 ~ 1.3e-3	密实砂质砾	1e-4 ~ 4.9e-5
中等硬黏土	1.3e-3 ~ 6.9e-4	裂隙节理的岩石	6.9e-5 ~ 3.3e-6
松砂	1e-3 ~ 4.9e-4	较完整的岩石	< 3.3e-6

注：数据引用自《水文地质手册（第二版）》（2012 年地质出版社出版，682 页）。

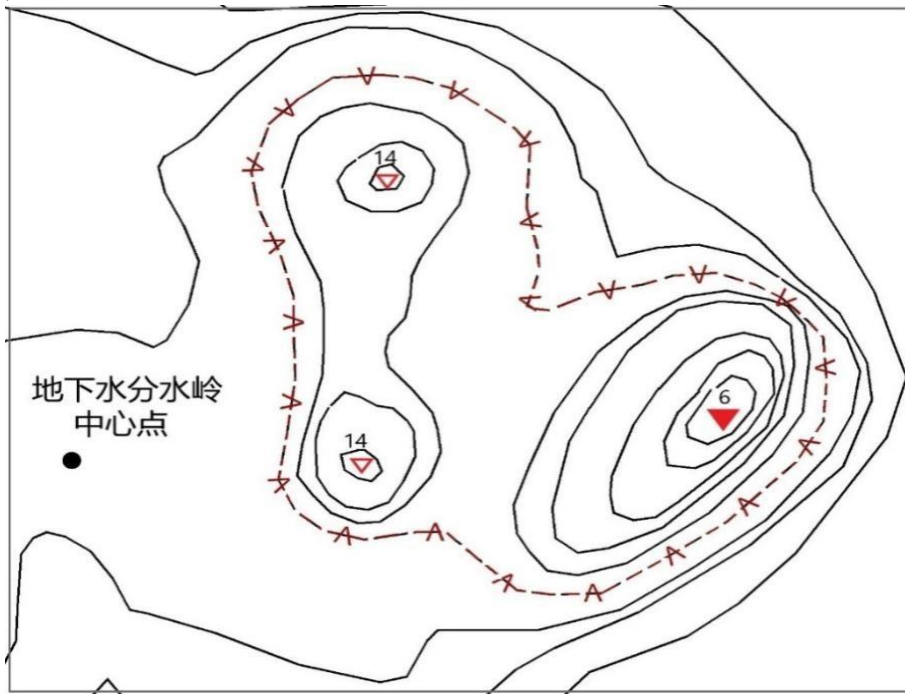
附录 F

漏斗地下水水位等值线绘制及标识示意图

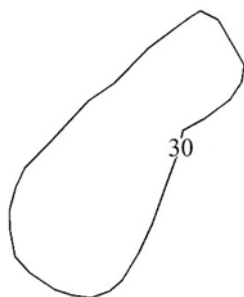
1、单一漏斗：



2、复合漏斗：



3、漏斗图标识



地下水水位等值线

水位标高



漏斗中心位置及水位标高



漏斗边界

水位标高



复合漏斗局部最低点及水位标高

附录 G

漏斗水均衡项计算方法

1. 降水入渗补给量

$$P_r = 10^{-1} \times \alpha \times P \times F \quad (\text{式 1})$$

α ——降水入渗补给系数，无量纲；

P ——年降水量，单位为mm；

F ——漏斗面积，单位为 km^2 。

2. 河道渗漏补给量

$$Q_{\text{河补}} = 10^{-4} \times K \times I \times A \times L \times t \quad (\text{式 2})$$

A ——单侧河每米河长计算断面面积，单位为 m^2/m ；

t ——年内发生河道渗漏补给的天数，单位为d；

K ——河道剖面位置的渗透系数，单位为m/d；

I ——垂直于河道断面的水力坡度，无量纲；

L ——河道断面长度，单位为m。

3. 湖库渗漏补给量

如存在平原区总库容大于1000万 m^3 的大中型水库和湖泊，其渗漏补给量计算公式如下：

$$Q_{\text{湖库补}} = Q_{\text{入湖库}} + P_{\text{湖库}} - E_{0\text{湖库}} - Q_{\text{出湖库}} - Q_{\text{蓄变}} - Q_{\text{用水}} \quad (\text{式 3})$$

$Q_{\text{入湖库}}$ ——年内入湖库的水量，单位为万 m^3 ；

$P_{\text{湖库}}$ ——湖库水面面积上的年降水量，单位为万 m^3 ；

$E_{0\text{湖库}}$ ——湖库水面面积上的年蒸发量，单位为万 m^3 ；

$Q_{\text{出湖库}}$ ——年内出湖库的水量，单位为万 m^3 ；

$Q_{\text{蓄变}}$ ——年末与年初湖库蓄水量之差，单位为万 m^3 。

$Q_{\text{用水}}$ ——湖库的用水量，单位为万 m^3 。

4. 渠系渗漏补给量

渠系渗漏补给量只计算到干渠、支渠两级，按下式计算：

$$Q_{\text{渠系补}} = m \times Q_{\text{渠首引}} \quad (\text{式 4})$$

$Q_{\text{渠系补}}$ ——年渠系渗漏补给量，单位为万 m^3 ；

m ——渠系渗漏补给系数，无量纲；

$Q_{\text{渠首引}}$ ——年干渠渠首引水量，单位为万 m^3 。

5. 渠灌田间入渗补给量

渠灌田间入渗补给量包括斗、农、毛三级渠道的渗漏补给量和渠灌水进入田间的入渗补给量两部分，可按式计算：

$$Q_{\text{渠灌补}} = \beta_{\text{渠}} \times Q_{\text{渠田}} \quad (\text{式 5})$$

$\beta_{\text{渠}}$ ——渠灌田间入渗补给系数，无量纲；

$Q_{\text{渠田}}$ ——年斗渠渠首引水量，单位为万 m^3 。

6. 越流补给量

$$Q_{\text{越补}} = K_{\text{弱}} I_{\text{弱}} A_{\text{弱}} \times 365 \times 10^2 \quad (\text{式 6})$$

$K_{\text{弱}}$ ——弱透水层渗透系数（m/d）；

$I_{\text{弱}}$ ——弱透水层上下水势梯度；

$A_{\text{弱}}$ ——弱透水层分布面积 (km^2)。

7. 漏斗边界流入量计算

$$Q_{\text{流入}} = KIDL \times 365 \times 10^{-4} \quad (\text{式 } 7)$$

D ——漏斗边界含水层厚度 (m)；

K ——漏斗边界渗透系数 (m/d)；

I ——漏斗边界水势梯度，根据边界等水位线推求；

L ——漏斗边界长度。

8. 潜水蒸发量

$$Q_{\text{潜}} = cE_{\text{水面}}A \times 10^{-1} \quad (\text{式 } 8)$$

c ——潜水蒸发系数；

$E_{\text{水面}}$ ——年水面蒸发量 (mm)；

A ——漏斗面积 (km^2)。

9. 河道排泄量、湖库渗漏排泄量、越流排泄量、边界流出量计算公式参见河道补给量、湖库渗漏补给量、越流补给量、边界流入量的计算。

可根据工作范围内水文地质条件和已有成果中采用的其它计算方法估算上述各水均衡项。