

中国地质调查局地质调查技术标准

DD2014—04

地下水动态调查评价技术要求

中国地质调查局

2014年7月

目 次

前言	V
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 总则	2
4.1 目的	2
4.2 任务	2
5 设计书编制与审批	2
5.1 基本要求	2
5.2 资料搜集	3
5.3 野外踏勘	3
5.4 设计书内容	3
5.5 设计书审批	3
6 水文地质条件调查	3
6.1 基本要求	3
6.2 地下水补径排条件调查	3
6.3 含水层空间结构的建立	3
6.4 水文地质参数采集与获取	4
6.5 地下水动态特征调查	4
6.6 地质环境问题调查	4
7 地下水动态影响因素调查	4
7.1 基本要求	4
7.2 气象要素调查	4
7.3 水文要素调查	4
7.4 地下水开采量调查	5
7.5 土地利用调查	5
7.6 矿山给排水调查	6
7.7 重大工程活动对地下水动态影响调查	6
7.8 人工补给调查	6
7.8.1 人工补给工程调查	6
7.8.2 渠系水入渗调查	6
7.8.3 灌溉水入渗调查	6
8 地下水动态数据采集	6
8.1 目的	6

8.2	基本要求.....	6
8.3	地下水动态数据采集内容.....	7
8.3.1	地下水水位数据.....	7
8.3.2	采集频率.....	7
8.3.3	采集记录方法.....	8
8.3.4	地下水水质采集.....	8
8.3.5	地下水水量采集.....	8
8.3.6	地下水水温采集.....	9
8.3.7	地下水水位统测.....	9
8.4	地下水监测现状调查.....	10
8.5	地下水监测网络优化设计.....	10
8.6	地下水监测井选用与建设维护.....	10
9	地下水数值模型的建立.....	10
9.1	基本要求.....	10
9.2	水文地质概念模型建立.....	10
9.2.1	模拟区.....	10
9.2.2	水文地质条件概化.....	10
9.2.3	模型边界概化.....	10
9.2.4	模型分区.....	11
9.2.5	地下水流场、流态.....	11
9.2.6	水量交换的刻画.....	11
9.2.7	溶质运移刻画.....	11
9.3	数值模型离散化及模拟运算.....	11
9.3.1	网格剖分.....	11
9.3.2	模型初始参数.....	11
9.3.3	识别和检验.....	12
9.4	数值模型预测预报.....	12
9.4.1	预测的基础与条件.....	12
9.4.2	预测方案的确定.....	12
9.4.3	预测期的确定.....	12
9.4.4	预测结果的分析.....	12
9.4.5	预测预报与动态管理.....	13
9.5	数值模型地下水均衡计算.....	13
9.6	模型应提交的成果.....	13
9.6.1	数值模型成果表现形式.....	13
9.6.2	成果的具体内容.....	13
9.6.3	数值模型成果表达.....	13
10	地下水动态评价.....	13
10.1	基本要求.....	13
10.2	地下水水量评价.....	14
10.2.1	基本要求.....	14
10.2.2	评价方法.....	14

10.3	地下水超采评价	15
10.4	地下水潜力评价	16
10.4.1	基本要求	16
10.4.2	地下水潜力评价方法	17
10.4.3	地下水潜力评价成果	18
10.5	地下水质量评价	18
10.6	地下水污染评价	18
11	地下水动态预测	18
11.1	基本要求	18
11.2	水位预测	19
11.2.1	预测方法	19
11.2.2	预测内容	19
11.2.3	预测结果	19
11.3	水质预测	19
12	信息系统建设与维护	19
12.1	基本要求	19
12.1.1	硬件环境	19
12.1.2	软件环境	19
12.1.3	网络环境	19
12.2	信息系统建设	20
12.2.1	数据库建设	20
12.2.2	信息系统建设	20
12.3	信息系统运行及维护	20
12.3.1	信息系统	20
12.3.2	数据标准化	20
12.3.3	数据库运行	20
12.3.4	信息系统维护	20
13	成果编制与审查	20
13.1	成果编制	20
13.2	报告编制提纲	21
13.3	成果图件编制	21
13.3.1	基本原则	21
13.3.2	编图要求	21
13.4	成果审查与验收	22
13.4.1	野外验收	22
13.4.2	成果评审与审查	23
附录 A (规范性附录)	地下水动态调查评价设计书与成果报告的内容	24
附录 B (资料性附录)	地下水动态调查评价表格格式	26
附录 C (规范性附录)	地下水动态监测现状调查与网络优化设计建设维护	38

参考文献

前 言

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

本标准由中国地质调查局提出并归口管理。

本标准起草单位：中国地质环境监测院、中国地质调查局西安地质调查中心。

本标准主要起草人：高存荣、张二勇、陶正平、刘文波、吴爱民、李长青、张国、朱雪芹、崔旭东、李海涛、宋建新、刘艳明、王俊桃、李志明

本标准由中国地质调查局负责解释。

地下水动态调查评价技术要求

1 范围

本标准规定了地下水动态调查评价工作的总体要求、设计编制与审批、工作内容、成果编制与审查等。本标准适用于平原盆地区地下水动态调查评价工作，其他区域的地下水动态调查评价工作可参照执行。

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/T 14848 地下水质量标准

GB 12998-91 水质采样技术指导

GB 12999-91 水质采样样品的保存和管理技术规定

DZ/T 44-86 城镇及工矿供水水文地质勘察规范

DZ/T 0148-94 水文地质钻探规程

HJ/T 164-2004 地下水环境监测技术规范

GB/T 14158-93 区域水文地质工程地质环境地质综合勘查规范

DD 2010-03 区域地下水资源调查评价数据库标准

3 术语和定义

3.1

地下水动态 groundwater regime

地下水的水位、水量、水温、水化学成分等要素随时间变化的过程。

3.2

地下水动态调查 groundwater regime investigation

按照一定周期和频率，采用地面调查、遥感、钻探、地球物理勘查、水文地球化学调查等手段对地下水和地质环境状况等进行调查监测工作的总称。

3.3

地下水动态评价 groundwater regime evaluation

在地下水动态调查的基础上，按照一定周期和频率，定期对地下水数量、质量及地质环境状况进行分析研究的过程。

3.4

地下水预测预报 groundwater status forecast and warning

利用地下水调查评价监测资料，结合经济社会发展需求，对未来地下水数量、质量及其环境状况分析的过程。

4 总则

4.1 目的

通过开展地下水动态调查评价，建立区域地下水监测网和动态调查评价体系，实现对区域地下水及相关地质环境问题的有效监测，为区域含水层科学管理和地下水资源可持续开发利用提供科学依据。

4.2 任务

4.2.1 开展定期性、规范性的地下水动态调查，查明影响地下水动态变化的自然因素、人为因素、水文地质条件及相关地质环境问题。

4.2.2 分析研究区域含水层监测网络状况，了解掌握控制地下水流场监测点及骨干剖面的分布，补充完善动态监测网点，采集地下水水位、水量、水质、水温动态数据。

4.2.3 建立区域含水层的水文地质概念模型、地下水数值模型、地下水监测数据库和信息系统，形成地下水动态调查评价的基础平台，实时采集地下水监测数据不断完善地下水数值模型，适时更新地下水信息系统。

4.2.4 利用地下水动态调查评价平台，对地下水资源量、水位变化、水质状况进行定期评价和预测预报，提出区域地下水合理利用与保护对策建议。

5 设计书编制与审批

5.1 基本要求

5.1.1 设计书编制应按照接受任务、资料搜集、野外踏勘、组织编写的程序进行。

5.1.2 设计书编制应依据以下条款内容：

- a) 项目任务书；
- b) 工作区地质、水文地质条件及环境地质问题；
- c) 以往研究程度及存在主要问题；
- d) 有关技术标准和经费预算标准；
- e) 与项目组织实施相关的其它文件。

5.1.3 设计书应内容全面、技术路线正确、技术方法可行、工作部署得当、经费预算合理、组织管理有效、保障措施得力、附图附表清晰齐全等。

5.1.4 跨年度项目应编制总体设计和年度工作方案。

5.1.5 项目中的专题研究工作，必要时单独编制专项设计，作为总体设计的补充。

5.2 资料搜集

5.2.1 设计书编制应搜集掌握区域地形地貌、气象水文、地质条件、水文地质条件、水资源开发利用、环境地质问题、水文地质环境地质研究程度、社会经济现状及发展规划等资料。

5.2.2 对搜集的资料进行编录、整理和分析，为设计编写提供依据。

5.3 野外踏勘

5.3.1 野外踏勘应根据区域水文地质环境地质条件、工作程度，针对存在的主要问题和下一步工作重点，优化设计踏勘路线、调查内容与工作计划。

5.3.2 野外踏勘应选择典型路线，了解掌握地下水的埋藏、分布规律、地下水动态及环境地质问题等。

5.3.3 野外踏勘应有踏勘记录，照片或影音等资料。

5.4 设计书内容

5.4.1 设计书主要内容应包括：前言、工作区概况、以往研究程度、工作部署与实施方案、设备需求、组织管理、保障措施、预期成果和经费预算等。具体章节安排及内容见附录 A。

5.4.2 设计书包括的相关图件：

- a) 设计依据图件：工作区研究程度图、地下水系统分区图、水文地质图、水文地质剖面图、环境地质问题分布图等；
- b) 工作部署图件：工作部署图和单项工作部署图，如地下水动态调查工作部署图、地下水动态监测工作部署图、地下水水质采样工作部署图、钻孔施工设计图、自动监测仪安装设计图等。

5.5 设计书审批

5.5.1 设计书编制完成后，按照有关程序进行审批，一经批准须严格执行。

5.5.2 调整设计方案，应征得设计审批单位同意。

6 水文地质条件调查

6.1 基本要求

6.1.1 充分收集前人的调查研究成果，对于研究程度较低的地区开展水文地质补充调查。

6.1.2 通过对区域地下水形成的地质条件、埋藏分布规律、补径排特征、水质与水量动态变化规律的分析研究，了解和掌握区域水文地质条件。

6.2 地下水补径排条件调查

6.2.1 调查地下水的补给来源、补给方式和途径，补给区分布和补给量；地下水的径流条件、径流分带规律和流向；地下水的排泄形式、排泄途径、排泄去向和排泄区（带）分布。

6.2.2 调查不同含水层之间、地下水与地表水之间的水力联系。

6.3 含水层空间结构的建立

6.3.1 调查包气带厚度、岩性及包气带厚度的历史变化。

6.3.2 调查含水层和隔水层的区域分布状况，包括含（隔）水层的顶底板埋深、标高、岩性、厚度、孔隙度，含（隔）水层的空间叠置关系，划分含（隔）水层组。

6.3.3 绘制含水层顶底板标高等值线图，绘制区域含水层骨干剖面的水文地质剖面图，绘制区域含水层的空间栅格图，利用相关软件建立含水层的空间数字结构模型。

6.4 水文地质参数采集与获取

6.4.1 水文地质参数获取以资料收集为主，对于水文地质条件变化引起的水文地质参数变化或参数缺失时应开展专门的水文地质试验，采集有关参数。

6.4.2 采集和获取的水文地质参数应能满足地下水资源评价精度的要求。需要的水文地质参数主要包括：降水入渗补给系数（ α ）、给水度（ μ ）、导水系数（ T ）、渗透系数（ K ）、潜水蒸发系数（ ϵ ）、

水面蒸发强度 (ε_0)、水力坡度 (I)、弹性释水系数 ($S_{\text{弹}}$)、储水系数 ($S_{\text{储}}$)、河渠入渗系数 (η)、灌溉回归系数 (β) 及用于评价地下水环境质量优劣程度和变化趋势的水质参数。

6.5 地下水动态特征调查

6.5.1 调查潜水含水层水位和厚度的历史和季节变化，调查承压含水层水头的历史和季节的变化。

6.5.2 调查区域地下水的水位、水量、水质、水温等在时间、空间的变化特征。

6.6 地质环境问题调查

6.6.1 查明与地下水开发利用相关的环境地质问题分布、规模和成因。

6.6.2 调查内容主要包括：地面沉降、地裂缝、岩溶塌陷、海水入侵、土地沙化、荒漠化、土壤盐渍化、地下水污染、地下水降落漏斗等地质环境问题。

6.6.3 其它水文地质参数可根据本地区的实际需要进行采集和获取。

7 地下水动态影响因素调查

7.1 基本要求

7.1.1 调查目的：查明气象、水文因素以及人类工程活动对地下水动态及地质环境的影响。

7.1.2 调查内容：包括降水量、蒸发量、河流流量、水库蓄水量、地表水利用量、地下水开采量以及土地利用、工矿企业排水、重大工程建设、人工补给等。

7.1.3 调查方法：以收集资料和实地调查相结合的方法，在地下水评价单元内进行调查。

7.2 气象要素调查

7.2.1 搜集气象站、水文站、均衡场等相关专业监测站的长系列气温、降水量、蒸发量、湿度、无霜期、冻土深度、冻结期等气象资料。

7.2.2 气温要素调查主要包括多年平均气温、多年各月平均气温、最高气温、最低气温、极值气温出现时间、气温时空分布规律等。

7.2.3 降水要素调查主要包括历年各月降水量、多年平均降水量、多年各月平均降水量、年最大降水量、年最小降水量、一次性最大降水量、区域暴雨中心、极值降水量出现时间、降水量时空分布规律等。

7.2.4 蒸发要素调查主要包括多年平均蒸发量、多年各月平均蒸发量、年最大蒸发量、年最小蒸发量、极值蒸发量出现时间、蒸发量时空分布规律、植被蒸发蒸腾实验实测蒸发量等。

7.3 水文要素调查

7.3.1 以地表水流域为基本单位，调查搜集主要河流、水库、湖泊等地表水体的分布、范围、流量、库容、水位、水质等水文资料。

7.3.2 河流要素调查主要包括河流的流域面积、干流长度、历年各月径流量、多年平均径流量、多年各月平均径流量、最大年径流量、最小年径流量、一次性最大流量、极值流量出现时间、水位、水质、水温、河水开发利用量等。

7.3.3 湖泊、水库要素调查主要包括湖泊（水库）水面面积、汇水面积、库容量、历年各月来水量、多年平均来水量、最大年来水量、最小年来水量、历年各月平均水位、最高水位、最低水位、极值流量水位出现时间、水质状况、开发利用量、灌溉面积、供水人口等。

7.4 地下水开采量调查

7.4.1 调查目的：查明区域和集中开采水源地的地下水开采量，为地下水水量评价、潜力评价、超采评价和预测预报提供依据。

7.4.2 调查原则：

- a) 区域调查与典型监测相结合原则。以区域调查为基础，以典型监测为手段，通过典型地下水开采量监测点的实际监测，估算全区地下水开采量。
- b) 常规统计与典型年调查相结合原则。以地下水开采量常规统计为基础，利用典型年地下水开采量调查结果，建立地下水开采量与降水保证率之间的关系，估算不同降水保证率条件下的地下水开采量。
- c) 以县级行政区为单位进行统计。对于地下水集中开采区和环境地质问题突出区，应以集中供水水源地、开采企业或乡镇为单位进行统计。

7.4.3 调查内容：

- a) 对地下水开采规模大于 5 000 m³/d 的集中供水水源地（包括规划水源地）进行逐一调查。调查、监测和统计内容见表 B. 1、表 B. 2、表 B. 3。
- b) 对地下水开采自备井和规模小于 5 000 m³/d 的小型集中供水水源地进行典型调查。
- c) 农灌区应选择不同的代表性区域，进行农田灌溉开采量调查。调查、监测和统计内容见表 B. 4、表 B. 5、表 B. 6。

7.4.4 调查方法：

- a) 对于集中供水水源地，可选择典型井安装孔口流量计实测单井开采量，再通过单井开采量统计计算水源地总开采量。
- b) 对于分散供水水源地，可逐井调查监测地下水开采量。利用水表、孔口流量计或三角堰实际测定单井地下水开采量，或通过额定出水量等方法估测单井地下水开采量，并汇总统计区域地下水总开采量。
- c) 对于农田灌溉开采区，可选择典型区（乡或村）逐井调查地下水开采量，得出该典型区的地下水开采强度，再通过条件比拟，估算统计其他地区的地下水开采量。
- d) 单井地下水开采量确定可采取以下方法测算：

实际出水量法：单井开采量 = 实测出水量 × 开采时间；

额定出水量法：单井开采量 = 额定出水量 × 开采时间；

电度法：单井开采量 = 单井用电量 / 电机功率 × 额定出水量；

灌溉定额法：单井开采量 = 灌溉定额 × 浇灌面积。

收集资料的方法：收集工农业生产生活等相关部门的地下水开采量资料。

7.5 土地利用调查

7.5.1 以县级行政区为基本单位，按照国家土地利用分类，结合调查区土地利用特点，收集行政区划、土地利用现状（包括城市、农用地、林地、工矿用地、草地、水面等土地面积），收集分析其不同类型土地的面积、开发利用状况及其变化情况；

7.5.2 利用遥感影像资料解译测算调查区内的土地利用情况。

7.6 矿山给排水调查

7.6.1 以县级行政区或主要矿山为基本单位，收集调查矿山集中供水水源地及分散、零星供水井情况，其中包括水源地位置、规模、类型、用途、开采井数、开采层位、开采量、开采历史以及水位、水量、水质、水温动态变化资料，收集用于矿山供水的地表水开发利用量等有关资料。

7.6.2 调查收集矿山涌水量、废水排放情况，包括排放量、排水水质、废水处理方式。

7.7 重大工程活动对地下水动态影响调查

7.7.1 重大工程主要指对地下水动态有一定影响的水利工程、城市扩展及市政等工程，主要有引输水工程，蓄水工程，供排水工程。

7.7.2 以县级行政区或重要跨区域工程为基本单位，收集了解水利工程、城市扩展等工程的分布位置、建设规划阶段、规模等级、占用土地的权属及类型、工程建设概况和引、输、蓄、供、排水具体情况，及其对地下水的开采、补给和动态变化的影响调查分析。

7.7.3 引输水工程主要包括引水渠道，输水渠道等。收集引水渠道具体名称、类型、泄洪流量、设计引水流量、实际引水量、灌溉面积等资料；主要输水渠道渠名、导源河流、过水能力、有效利用系数、长度、防渗情况、灌溉面积等资料。

7.7.4 收集蓄水工程名称、位置、设计库容、灌溉面积、修建时间等资料。

7.7.5 收集城市供、排水工程的工程概况、供水能力、供水方式、排放方式、途径、排放量、是否进行污水处理、污水处理能力等资料以及城市规划扩容工程变化影响情况。

7.8 人工补给调查

7.8.1 人工补给工程调查

以县级行政区或农业灌溉流域为基本单位，调查人工回灌井、回灌渠系等工程的数量、规模、引水量、实际回灌量、回灌系数、回灌效益等。

7.8.2 渠系水入渗调查

以县级行政区或农业灌溉流域为基本单位，收集了解调查区内引水渠系干、支、斗、毛渠的分布长度、渠道引水量、渠道渗漏率等资料。

7.8.3 灌溉水入渗调查

以县级行政区或农业灌溉流域为基本单位，收集了解调查区内农田田间灌溉、城镇绿化灌溉、林地灌溉、生态绿化灌溉的分布位置、面积、灌溉用水量、田间灌溉入渗系数等资料。

8 地下水动态数据采集

8.1 目的

通过采集地下水动态数据，及时掌握地下水动态时空变化特点，积累地下水动态要素的时间序列资料，为地下水动态评价、开发利用与管理、污染防治及地质环境保护等提供依据。

8.2 基本要求

8.2.1 地下水数据采集点布设、采集方式、采集频率应与采集目的相适应。

8.2.2 采集点的部署在平面上应遵循点、线、面结合，在空间上应遵循浅、中、深相结合的原则。

8.2.3 采集点选择应遵循区域代表性和层位代表性。人类经济社会活动对地下水影响较小的区域，地下水动态数据采集点应以控制点或剖面的形式布设；人类活动对地下水影响较大的区域，应按网格状布设；重要地下水水源地、超采区、地下水污染区等应重点布设。

8.2.4 采集方式应遵循人工采集与自动化采集相结合。区域性采集点和控制性采集点尽可能实现自动采集，一般加密点和统测点可人工采集。

8.2.5 地下水动态数据采集人员应具备地下水学方面的基本知识，熟悉采集技术，熟练使用采集工具、具备维护采集设备、测量、记录、校验采集数据的能力等。

8.2.6 地下水动态数据采集工作量部署应与地下水开采程度、水文地质复杂程度以及经济社会发展水平相适应。地下水动态数据采集点密度应参照表 1。

表1 地下水动态数据采集点布置密度

地下水调查精度	水文地质复杂程度*	统测点密度 (个/1 000 km ²)	长测点 (个/1 000 km ²)	自动采集点 比例 (%)	统测点中水质采样 点比例 (%)
1:10 万	复杂	20~30	20	大于 20	不小于 30
	中等	15~20	15	大于 20	不小于 30
	简单	10~15	10	大于 20	不小于 30
1:25 万	复杂	10~15	5	大于 20	不小于 30
	中等	8~12	4	大于 20	不小于 30
	简单	5~9	3	大于 20	不小于 30
1:50 万	复杂	3~5	1.5	大于 20	不小于 30
	中等	2~3	1	大于 20	不小于 30
	简单	1~2	0.5	大于 20	不小于 30

*复杂程度界定依据《国土资源调查预算标准（地质调查部分）》中水文地质调查复杂程度界定标准。

8.3 地下水动态数据采集内容

8.3.1 地下水水位数据

8.3.1.1 采集频率

采集频率要求如下：

- a) 自动采集自动传输点宜每 4h 自动采集记录 1 次，每 24h 自动传输数据 1 次，可根据实际需要调整自动采集记录频率。
- b) 自动采集点宜每 4h 自动采集记录数据 1 次，每月到现场采集自动采集记录数据 1 次，可根据实际需要调整自动采集记录频率。
- c) 人工采集点一般每月采集 6 次，逢 5 日、10 日采集（2 月为月末日）。
- d) 对安装有自动采集仪的采集点，宜每个月人工采集水位 1 次，校验自记水位仪的采集记录结果，并对自动采集仪进行维护。

8.3.1.2 采集记录方法

采集记录方法要求如下：

- a) 地下水水位采集原始数据为水位埋深，以米为单位，测记至小数点后两位数。填写“地下水水位自动采集记录汇总表”或“地下水水位采集记录表”，见表 B.9、表 B.10。
通过下式换算成水位高程：水位高程=地面高程-水位埋深。
- b) 采用卷尺、测绳、电测水位仪等工具进行人工水位采集时，应测量 2 次，测量间隔时间不应少于 1min，取 2 次水位的平均值。当 2 次测量的水位误差超过±0.02 m 时，应重新测量。
- c) 采用数字型自动采集仪进行水位自动采集和采集数据自动传输时，自动采集仪的水位采集允许误差不宜超过±0.01 m。

d) 采集水位时应记录观测井是否曾经抽水，以及是否受到附近抽水井影响。

8.3.2 地下水水质采集

8.3.2.1 采集频率

主要浅层地下水开采层和水质变化较大的含水层，宜每年丰、枯水期各采样1次；主要深层地下水开采层和水质变化不大的含水层，宜每年枯水期采样1次；非主要地下水开采层可每3~5 a采样1次。

8.3.2.2 采集指标

采集指标包括：

- a) 必测指标 25 项。包括地下水主要离子 8 项：钾、钠、钙、镁、重碳酸盐、碳酸盐、硫酸盐、氯化物；GB/T 14848 规定的其他组分 17 项，包括：pH 值、总硬度（以碳酸钙计）、溶解性总固体、氨氮、硝酸盐氮、亚硝酸盐氮、挥发性酚、总氰化物、高锰酸钾指数、氟化物、砷、汞、六价铬、铅、铁、锰、大肠菌群。
- b) 选测指标可根据调查区的实际情况确定。

8.3.2.3 测试方法

测试方法包括：

- a) 地下水水样采集依据 GB 12998-91 执行。
- b) 地下水的水温、pH 值、电导率、氧化-还原电位（ORP 值）等应在现场实测。
- c) 地下水水样保存管理依据 GB 12999-91 执行。
- d) 地下水水样测试依据 HJ/T 164-2004 执行。

8.3.3 地下水水量采集

8.3.3.1 采集频率

采集频率要求：

- a) 单井开采量采集点：在开采期间，每日采集 1 次，每月统计 1 次。
- b) 自流井涌水量采集点：应根据流量的稳定程度确定采集频率，一般每月采集 1~3 次，逢 10 采集（2 月为月末采集）。
- c) 泉水流量采集点：应根据泉的稳定程度确定采集频率，见表 2。

表2 泉水采集频率表

稳定程度	稳定系数（最小流量/最大流量）	采集频率
极稳定的	1.0	每季度末采集 1 次
稳定的	1.0~0.5	每月末采集 1 次
较稳定的	0.5~1.0	
不稳定的	0.1~0.03	每月采集 3 次，逢 10 采集 (2 月为月末采集)
极不稳定的	< 0.03	

8.3.3.2 采集记录方法

采集记录方法包括:

- a) 集中供水水源地、分散供水生产井和农田灌溉开采井开采量采集方法参见本技术要求 5.4。
- b) 自流井和泉水水量采集可采用容积法、堰测法或流速仪法。
- c) 开采量采集结果以 m^3/d 表示, 记至小数点后 2 位。采用堰测法或流速法时, 水位标尺读数应精确到 mm。

8.3.4 地下水水温采集

8.3.4.1 采集频率

采集频率要求:

- a) 地下水水温采集频率, 一般宜与本区地下水水位采集频率相同。当发现异常, 应加密采集, 并查明原因。
- b) 地下水水温变化不大的区域, 可每月采集 1~2 次。
- c) 已经开发的地热田, 应在地热资源勘查的基础上, 加强地热井的温度与压力采集。采集频率应每月 3 次或每月 6 次, 与水位采集时间一致。

8.3.4.2 采集记录方法

采集记录方法包括:

- a) 根据不同目的和要求, 采用手工法或自动测温仪采集地下水温度。
- b) 手工测量时, 水银温度计或热敏电阻温度计应放置在地下水水面 1 m 以下, 对泉水、自流井或正在开采的生产井, 可将水温计放置在出水水流中心处, 并全部浸入水中, 不得触及它物, 静置 5 min 后读数。
- c) 自动测温仪测量时, 仪器探头位置应置于超过水位变幅范围的位置。
- d) 同一采集点应采用同一个温度计进行测量, 当更换其它温度计时, 应注明仪器型号及更换时间。
- e) 水温采集结果以摄氏度 ($^{\circ}\text{C}$) 计, 测记至小数点后一位, 水温计允许误差不宜超过 $\pm 0.1^{\circ}\text{C}$ 。
- f) 采集水温时应记录当时环境下的气温值。

8.3.5 地下水水位统测

8.3.5.1 地下水水位统测点布设应满足控制全区地下水水位的要求。

8.3.5.2 地下水水位统测宜每年 2 次, 分别在枯水期和丰水期进行, 也可根据需要酌情调整统测次数。

8.3.5.3 水位统测应集中进行, 每次统测时段不应超过 10 d。

8.3.5.4 地下水水位统测测量记录方法同地下水水位采集, 须填写《地下水水位统测记录表》(表 B.11)。

8.4 地下水监测现状调查

地下水监测现状调查参照附录 C.1。

8.5 地下水监测网络优化设计

地下水监测网络优化设计参照附录 C.2。

8.6 地下水监测井选用与建设维护

地下水监测井选用与建设维护参照附录 C.3。

9 地下水数值模型的建立

9.1 基本要求

9.1.1 根据调查区地下水含水系统特征，确定各类边界类型及位置。地下水含水系统概化：应紧密结合计算区的水文地质条件，尽量逼近研究区真实情况，模型的可靠及仿真程度应符合评价要求。

9.1.2 计算区网格剖分的疏密应与相应的区域调查研究资料相适合，布局合理。

9.1.3 按含水层特征分区，给出水文地质参数的初始估算值，如需在模型识别过程中调整分区，应与其水文地质特征相符合。

9.1.4 应采用拟合—校正方法反求水文地质参数，识别和检验数值模型；数值模型的识别和检验，必须利用相互独立的不同时段的资料分别进行。

9.1.5 利用非稳定流试验资料识别模型，应使地下水位的实际观测值与模拟计算值的变化曲线 $h-t$ 趋势一致，并采用水位拟合均方差等目标函数达到最小作为判断标准。

9.1.6 利用稳定流试验资料识别模型，模拟的流场应与实测流场的形态一致，且地下水流向应相同。

9.2 水文地质概念模型建立

9.2.1 模拟区

模拟区应以完整的水文地质单元作为计算区。当模拟区仅为水文地质单元一部分时，应处理好水文地质单元内水资源的分配以及计算区边界上的水量和溶质交换问题。

9.2.2 水文地质条件概化

根据含水系统的组成、展布、类型、水力特征等因素，可将含水系统概化为单一介质或多种介质、各向同性或各向异性、均质或非均质、潜水或承压等。

9.2.3 模型边界概化

9.2.3.1 依据含水层与隔水层（弱透水层）的分布、地质构造和边界上地下水流特征、地下水与地表水的水力联系等因素概化模型边界。

9.2.3.2 模拟区边界可概化为给定地下水水位（水头）的一类边界、给定侧向流量的二类边界或给定地下水侧向流量与水位关系的三类边界。

9.2.4 模型分区

根据模拟区含水层的类型、结构、岩性、厚度、导水特征等，将含水层组概化为潜水或承压水、均质或非均质、各向同性或各向异性、单层、双层或多层含水层。

9.2.5 地下水流场、流态

9.2.5.1 根据地下水流状态，将地下水流场概化为稳定流或非稳定流，一维流、二维平面流或剖面流、准三维流或三维流。

9.2.5.2 对不同流态的地下水系统，应采用适合其特征的相应模型，确保模型的仿真性。

9.2.6 水量交换的刻画

9.2.6.1 与含水层有水力联系的河流和其它地表水体，应建立河流—含水层耦合模型，根据实际情况概化处理地表水体与含水层间的水量交换。

9.2.6.2 平面二维模型中概化较大的地表水体和厚大含水层时，切割含水层的永久性河流或地表水体（完整河）可概化为第一类边界。未完全切穿含水层的河流（非完整河流），经论证符合条件时，才可概化为第一类边界。

9.2.6.3 地表水体与含水层的水量交换应采用三维模型和准三维模型模拟。当模拟区基础资料较丰富时，应尽量采用三维地下水模型。

9.2.6.4 对降水入渗、蒸发蒸腾、灌溉入渗、地表水体入渗（排泄）和越流补给（排泄）等垂向交换的水量，应根据实际情况采用适当方法概化处理。当潜水蒸发强度随潜水位埋深变化时，应建立潜水-蒸发子模型，并与含水层渗流模型耦合。依据水均衡原理、汇水条件和岩性特征，对地表入渗系数和补给强度加以概化，必要时应在模型中建立地表水入渗子模型。

9.2.7 溶质运移刻画

9.2.7.1 选择较为稳定的溶质或特征污染因子作为水质模型的模拟因子。模拟因子应与污染物质密切相关，能够反映污染的性质与运移过程。

9.2.7.2 对水质模型的溶质交换项，包括污染物质的渗入和排出、沉淀、溶解，地层的吸附等，应建立相应的子模型对其进行模拟。

9.3 数值模型离散化及模拟运算

9.3.1 网格剖分

9.3.1.1 应在考虑计算区的分区界限、线状要素、点状要素位置的基础上进行模拟区网格剖分。根据数值计算原理的不同，明确线状要素和点状要素与剖分单元的相对位置关系。

9.3.1.2 网格剖分的大小应与勘查阶段及观测资料的精度相适应，重点计算区可加密网格。特别是对于地下水水质模型，网格剖分不宜过于稀疏。

9.3.2 模型初始参数

9.3.2.1 水文地质参数初始估计值可依据含水层特征分区给出，在模型识别过程中，可对初始分区进行调整，但应与其水文地质特征相符。

9.3.2.2 鉴于目前逆问题的直接解法在数值计算中稳定性差，宜采用间接解法通过拟合-校正方法反求水文地质参数，识别和检验数值模型。

9.3.3 识别和检验

9.3.3.1 识别和检验是建立数值模型的两个阶段，必须利用相互独立的不同时间段的资料分别进行。

9.3.3.2 在模型识别中，不同水文地质参数区和第一类边界上，原则上均应有控制性观测井的实测地下水水位（水头）、水质浓度资料，作为拟合的依据。

9.3.3.3 利用非稳定流资料识别模型，实际观测值与模拟计算值的地下水水位变化 $h-t$ 曲线或地下水溶质浓度变化 $C-t$ 曲线的趋势应一致。应采用水位或浓度拟合均方差等目标函数达到最小作为判断标准。

9.3.3.4 对于水量模型，控制观测井地下水水位的实际观测值与模拟计算值的拟合误差，一般应小于拟合计算期间内水位变化值的 10%。水位变化值较小（ $< 5\text{ m}$ ）时，水位拟合误差一般应小于 0.5 m。

9.3.3.5 对于水质模型，根据不同的模拟因子的分析误差精度，水质浓度拟合的绝对误差值，一般应控制在分析误差精度以内。

9.3.3.6 利用稳定流资料识别模型，模拟流场与实测流场、模拟浓度场与实测浓度场的形态应一致，地下水的流向或溶质运移方向应相同。

9.3.3.7 应利用与识别模型不同的地下水观测资料，检验模型的正确性。

9.4 数值模型预测预报

9.4.1 预测的基础与条件

9.4.1.1 地下水水位和水质预测预报数值模型应经过识别与检验。

9.4.1.2 进行地下水预测的外部条件，包括预测期间边界的流量、水位（水头）、溶质浓度、垂向交换的水量和溶质浓度等，应根据预测步长分时段给出，亦可以是与时间相关的变量。必要时，可建立相应的统计模型或计算区外围区域模型计算得出。

9.4.1.3 进行地下水预测，应对模拟区的大气降水和河川径流量进行水文分析。评价枯、平、丰不同年份的降水量和迳流量，作为地下水预测的基础。

9.4.1.4 对于仅具有年内调节能力的含水系统，可根据计算目的，针对不同保证率的特枯、枯和平水年份，利用水文分析成果，作为地下水预测的外部条件。

9.4.2 预测方案的确定

9.4.2.1 预测时采用的地下水规划开采方案或工程方案应以恰当的形式在模型中得以实现。根据预测目的，可以对给定的方案进行预测；或者对各种可行的开采方案分别进行预测。

9.4.2.2 对地下水水源地的动态变化，可给定一个或几个供选择的开采方案；对地下水环境的治理，可给定不同的治理方案；对发展趋势的预测，应设定地下水开采量、污染源的未來分布及源强大小。

9.4.3 预测期的确定

对于具有多年调节能力的含水系统，应根据模拟评价任务要求确定地下水预测期。预测期不宜过长或过短，一般可与降水、地表水径流变化周期相对应。可以采用历史实测降水-水文资料中包括枯水年和特枯年份的系列资料，或不同保证率年份组合的降水-水文系列资料进行预测。

9.4.4 预测结果的分析

9.4.4.1 对各种可行的开采方案分别进行的地下水预测结果，应充分进行对比和分析，论证其是否满足给定的技术、经济和环境约束。

9.4.4.2 依据区域水位（水头）预测结果，在分析同一地区现有开采井井损等资料的基础上，采用合理的计算方法，计算设计开采井的水位。

9.4.5 预测预报与动态管理

地下水水流和溶质运移数值模型与地下水优化模型或管理模型相耦合，进行地下水优化开发方案的制订和地下水的动态管理。

9.5 数值模型地下水均衡计算

9.5.1 应利用数值法模拟成果进行地下水均衡计算。

9.5.2 地下水均衡计算一般应以水文年为均衡期，以完整的水文地质单元为均衡域。若计算区仅为完整水文地质单元中的一部分，应采用经论证无误的方法确定边界上的地下水交换量。

9.5.3 利用识别和检验后的数值模型进行地下水均衡计算，得到计算区内的各项地下水补给量、排泄量以及储存量的变化。

9.5.4 将手工水均衡计算结果与数学模型水均衡计算结果进行对比分析，在满足计算区水文地质条件的基础上，两者相对误差应小于 5%，并以此作为评价计算区地下水资源管理的重要依据。

9.6 模型应提交的成果

9.6.1 数值模型成果表现形式

地下水数值模拟的成果由模型操作说明、模型数据、文字报告、图件等组成。

9.6.2 成果的具体内容

9.6.2.1 文字部分应包括：对概念模型的说明、模型源汇项确定和处理方法的说明、初始条件和边界条件确定的说明、模型识别与检验结果的说明、地下水均衡计算成果、预测方案制订的依据和预测结果的论述，以及对地下水资源的评价。

9.6.2.2 图件部分应包括：水文地质概念模型图、计算区单元剖分图、非均质水文地质参数分区图、初始流场或浓度场图、拟合流场或浓度场图、观测井地下水位（水头）或溶质浓度拟合曲线图、地下水预测的开采或工程方案图、预测流场或浓度场图、预测的水位（水头）曲线或浓度曲线图等。

9.6.2.3 软件（程序）部分应包括：计算程序及其使用说明、原始数据、数值计算模拟过程和最终成果等。

9.6.3 数值模型成果表达

提交形式可根据任务要求以各种介质为载体或者进行演示。

10 地下水动态评价

10.1 基本要求

10.1.1 地下水动态评价包括以完整水文地质单元为评价单元的区域性评价和以行政区或地下水开采区为评价单元的地段性评价。地段性评价应在区域性评价基础上进行，区域性评价应协调好各组成地段之间的关系。

10.1.2 地下水动态评价包括地下水水量、地下水质量、地下水超采、地下水污染等基本内容。应视具体情况，对地下水开发利用引起或可能引起的生态环境效应进行分析评价和预测。

10.1.3 地下水严重超采区每年应至少进行两次动态评价，其他区域应每年至少进行一次动态评价。

10.1.4 应以区域水文地质条件为基础，以地下水调查采集资料为依据，采用先进技术方法，建立地下水动态评价技术方法体系与长效评价机制，并在评价过程中逐步完善。

10.1.5 应充分发挥“3S”等先进技术方法在地下水动态评价中的作用，建立地下水动态评价信息系统，力求地下水动态评价技术先进、方法科学、表达通俗。

10.2 地下水水量评价

10.2.1 基本要求

10.2.1.1 地下水水量评价即地下水资源量评价，包括地下水补给量、排泄量、允许开采量、储存量及其变化量等的计算与评价。

10.2.1.2 应根据评价区水文地质条件和地下水开发利用状况，合理确定地下水水量的计算方法。在研究程度高的地区，一般应建立地下水数值模拟模型进行地下水水量精细评价，在研究程度低的地区可利用地下水解析模型、数理统计模型或水量均衡模型进行地下水水量概略评价。

10.2.1.3 地下水水量评价需要的主要水文地质参数:

- a) 含水层参数——渗透系数 K 、导水系数 T 、给水度 μ 、储水系数 S ，弱透水层的越流系数 K'/M' 、博尔顿延迟指数 $1/\alpha$ 、有延迟给水非承压含水层的疏干因数 B 等;
- b) 均衡量参数——降水入渗系数 α 、灌溉回归系数 β 、渠道渗漏系数 ω 等。

10.2.1.4 水文地质参数计算应注意的问题:

- a) 利用单孔稳定流抽水试验资料进行计算时，应消除井损的影响；有合适的测孔观测资料时，应以观测孔资料计算为主。
- b) 利用非稳定流抽水试验资料计算含水层参数时，应根据水文地质条件，分析 $s\text{-}lgt$ 曲线类型，根据不同曲线类型，选择相应公式和已有的软件进行计算。
- c) 利用野外试验资料计算给水度 μ 、降水入渗系数 α 、灌溉回归系数 β 、渠道渗漏系数 ω 等均衡量参数时，应根据试验方法选择相应的公式进行参数计算，宜与室内实验结果对比使用。

10.2.2 评价方法

10.2.2.1 数值模拟法

数值模型的建立参照本技术要求9。

10.2.2.2 水量均衡法

10.2.2.2.1 基本要求

水量均衡法应遵照下列要求:

- a) 宜以完整的水文地质单元作为地下水均衡区。
- b) 宜选择一个明显地下水变化过程作为均衡期，如一个水文年、一个枯水期、一次降水补给过程等。地下水均衡期应与动态评价周期相适应。
- c) 应充分考虑水文地质条件、气象水文特点以及地下水开发利用状况，按照全面、系统、突出重点原则合理确定地下水均衡量。需要计算评价的地下水均衡量包括均衡期内的补给量、排泄量、可开采量、储存量、储变量等五项。
- d) 地下水均衡量计算方法依据 8.2.4 执行。地下水均衡量计算应与 GIS 技术相结合，达到简洁、准确、快速。

10.2.2.2.2 地下水补给量

地下水补给量要求:

- a) 浅层地下水补给量主要包括降水入渗补给量、侧向流入量、河流渗漏量、渠系渗漏量、渠(井)灌入渗量。
- b) 深层地下水补给量由越流量、侧入径流量及释水量组成。

10.2.2.2.3 地下水排泄量

地下水排泄量包括潜水蒸发量、人工开采量、越流排泄量和径流排泄量，部分地区还存在泉水溢出量等。

10.2.2.2.4 地下水储存量

地下水储存量应分别计算容积储存量和弹性储存量。容积储存量的计算深度应达到重点勘探研究的深度；弹性储存量计算深度应与承压含水层顶板深度一致。储存量计算范围应包括主要可开采含水层的分布范围，即深、浅层地下水的储存量。

10.2.2.2.5 地下水储存变化量

储存变化量的计算应利用评价时段与以往地下水状况的对比结果，结合给水度与储水系数分区情况进行。

10.2.2.2.6 地下水可开采量

地下水可开采量要求：

- a) 地下水可开采量的确定，是协调开采活动与地下水水质、水量及其影响的地质环境之间时空格局的运筹过程，应结合取水构筑物类型和开采方案，在环境效应评价的基础上进行。
- b) 地下水可开采量的确定应以经济上合理、技术上可行、开采后地下水位下降幅度在允许范围内，不产生水量减少、水质恶化和地面沉降等一系列不良地质环境问题为原则，对地下水系统最大可能而且允许的取水量做出估计。
- c) 地下水可开采量一般可利用多年降水系列资料条件下的地下水总补给量减去不可袭夺的排泄量来确定，同时应综合考虑现状开采量、开采技术条件、水位埋深状况和地质环境约束条件等。
- d) 多层含水层系统应分别计算不同含水层的可开采量。

10.3 地下水超采评价

10.3.1 符合下列条件之一的区域，应划为超采区：

- a) 年均地下水开采系数 ($k=Q_{\text{开采}}/Q_{\text{可采}}$ ，下同) 大于 1.0；
- b) 因地下水开采，评价期内地下水水位呈持续下降趋势；
- c) 因地下水开采，出现了环境地质问题或生态恶化现象。

10.3.2 根据地下水超采区面积大小，划分为特大型、大型、中型、小型超采区：

- a) 地下水超采区面积大于等于 5 000 km² 为特大型地下水超采区；
- b) 地下水超采区面积大于等于 1 000 km² 小于 5 000 km² 为大型地下水超采区；
- c) 地下水超采区面积大于等于 100 km² 小于 1 000 km² 为中型地下水超采区；
- d) 地下水超采区面积小于 100 km² 为小型地下水超采区。

10.3.3 根据地下水超采区的超采程度，在超采区内进一步划分为一般超采区和严重超采区。

10.3.3.1 在孔隙潜水地下水超采区、裂隙水超采区和岩溶水超采区中，符合下列条件之一的区域，应划为严重超采区：

- a) 年均地下水开采系数大于 1.3；
- b) 孔隙水水位年均下降速率大于 1.0 m/a；裂隙水或岩溶水水位年均下降速率大于 1.5 m/a；
- c) 需要保护的名泉水流量年均衰减率 ($V_{\text{泉}}$) 大于 0.05；

$$V_{\text{泉}} = (Q_{\text{泉}t1} - Q_{\text{泉}t2}) / Q_{\text{泉}t1} \Delta t \dots\dots\dots (1)$$

式中：

- $Q_{\text{泉}t1}$ —— $t1$ 年年均泉水流量(m³/s)；
 $Q_{\text{泉}t2}$ —— $t2$ 年年均泉水流量(m³/s)；
 $V_{\text{泉}}$ —— $t1 \sim t2$ 期间泉水流量年均衰减率。
 Δt —— 时间段(a)。

- d) 因地下水开采引发了地面沉降, 年均地面沉降速率大于 20 mm/a;
- e) 由于地下水开采引发了地面塌陷, 且 100 km²面积上的年均地面塌陷点多于 2 个, 或坍塌岩土的体积大于 2 m³的地面塌陷点年均多于 1 个;
- f) 由于地下水开采引发了地裂缝, 且 100 km²面积上年均地裂缝多于 2 条, 或同时满足长度大于 10 m、地表面撕裂宽度大于 5 cm、深度大于 0.5 m 的地裂缝年均多于 1 条;
- g) 由于地下水开采引发了地下水水质污染, 且在评价期末地下水水质劣于评价期初 1 个类级以上;
- h) 由于地下水开采引发了海水入侵, 造成氯离子含量大于 1 000 mg/L;
- i) 由于地下水开采引发了咸水入侵, 造成地下水矿化度大于 1 000 mg/L;
- j) 由于地下水开采引发了较严重的土地沙化现象。

10.3.3.2 在孔隙承压水超采区中, 符合下列条件之一的区域, 应划为严重超采区:

- a) 地下水水头年均下降速率大于 2.0 m/a;
- b) 因地下水开采引发地面沉降, 年均地面沉降速率大于 10 mm/a;
- c) 因地下水开采引发了地下水串层污染和海水入侵, 且评价期末地下水水质劣于评价期初 1 个类级以上。

10.3.3.3 在超采区中, 不符合严重超采区标准的区域, 划为一般超采区。

10.4 地下水潜力评价

10.4.1 基本要求

10.4.1.1 地下水潜力评价应在地下水资源评价的基础上进行, 包括开采潜力和利用潜力两个方面, 应在评价开采潜力和利用潜力的基础上评价综合潜力。

10.4.1.2 地下水开采潜力着重考虑开采盈余量, 咸水、微咸水的可扩大开采资源量和依靠环境容量可扩大开采资源量。

10.4.1.3 地下水利用潜力着重考虑工农业特别是农业节水和污水治理回用的潜力。

10.4.1.4 地下水潜力评价应充分考虑国民经济规划和经济技术进步对地下水需求的变化。

10.4.1.5 地下水潜力的评价方法, 除了考虑地下水的开采盈余量和开源节流方面间接增加的水量外, 对人口密集, 工、农业比较发达的地区, 还应考虑环境的承载能力或环境的容量。

10.4.1.6 地下水潜力评价表述方式力求明确、易读、易懂。

10.4.2 地下水潜力评价方法

10.4.2.1 开采潜力

开采潜力由可扩大的开采资源和开采盈余量组成。

可扩大的开采资源主要指咸水、微咸水合理改造利用, 依靠环境容量, 以及增加评价深度的手段可以扩大的开采资源量, 计算公式如下:

$$Q_{\text{可扩大开}} = A_1 + A_2 + A_3 \dots + A_k \dots \dots \dots (2)$$

式中:

- A₁ ——咸水、微咸水可扩大开采资源量;
- A₂ ——依靠环境容量可扩大的开采资源量;
- A₃ ——增加评价深度可扩大的开采资源量;
- A_k ——其他可扩大开采资源量。

10.4.2.2 地下水潜力系数及分级

10.4.2.2.1 地下水潜力系数 (α) 计算公式:

$$\alpha = (Q_{\text{开发}} + Q_{\text{可扩大开}}) / (Q_{\text{开采}} + Q_{\text{利用潜力}}) \dots\dots\dots (2)$$

式中:

α ——地下水潜力系数;

$Q_{\text{开发}}$ ——开采层的开采资源量;

$Q_{\text{可扩大开}}$ ——可扩大的开采资源量;

$Q_{\text{开采}}$ ——开采层的开采量;

$Q_{\text{利用潜力}}$ ——地下水利用潜力。

10.4.2.2.2 地下水潜力系数分级:

- a) $\alpha < 1$, 地下水潜力极小区;
- b) $1 \leq \alpha < 1.2$, 地下水潜力一般区;
- c) $1.2 \leq \alpha < 1.4$, 地下水潜力较大区;
- d) $\alpha \geq 1.4$, 地下水潜力大区。

10.4.2.3 地下水综合潜力模数及分级

地下水综合潜力模数计算公式如下:

$$Q_{\text{综合潜力}} = Q_{\text{开采潜力}} + Q_{\text{利用潜力}} \dots\dots\dots (3)$$

$$Q_{\text{开采潜力}} = Q_{\text{开采盈余}} + Q_{\text{可扩大开}} \dots\dots\dots (4)$$

$$Q_{\text{开采盈余}} = Q_{\text{开发}} - Q_{\text{开采}} \dots\dots\dots (5)$$

$$M_{\text{综合}} = 1000 \cdot Q_{\text{综合潜力}} / F \dots\dots\dots (6)$$

式中:

$Q_{\text{综合潜力}}$ ——地下水综合潜力;

$Q_{\text{开采潜力}}$ ——地下水开采潜力;

$Q_{\text{利用潜力}}$ ——地下水利用潜力;

$Q_{\text{开采盈余}}$ ——地下水开采盈余量;

$Q_{\text{可扩大开}}$ ——地下水可扩大的开采资源量;

$Q_{\text{开发}}$ ——开采层的开采资源量;

$Q_{\text{开采}}$ ——开采层的开采量;

$M_{\text{综合}}$ ——地下水综合潜力模数；

F ——面积。

地下水潜力模数分级根据实际情况具体分级。

10.4.3 地下水潜力评价成果

10.4.3.1 综合研究报告

综合研究报告包括水文地质条件、地质环境问题评价、地下水资源评价、地下水潜力评价等。

10.4.3.2 地下水综合潜力图

地下水综合潜力图主要表述地下水综合潜力模数、地下水潜力系数 (α) 等内容。

10.5 地下水质量评价

依据 GB/T 14848 对区域地下水水质以地下水系统或县 (区) 为单元分别进行评价。

10.6 地下水污染评价

依据 DD2008-01 进行地下水污染评价。

11 地下水动态预测

11.1 基本要求

地下水动态预测原则上一年一次, 一些地下水环境问题突出的地区, 可适时进行预测预报。应采用数值模型、统计模型等对地下水动态进行预测, 并在预测预报过程中不断完善预测模型, 提高预测精度。

11.2 水位预测

11.2.1 预测方法

11.2.1.1 数值法。按照地下水数值模拟的技术要求, 建立数值模型, 根据开发利用方案或针对专门问题进行。

11.2.1.2 利用长期地下水位动态采集资料, 建立多元回归分析模型、时间序列分析模型、随机模型等进行地下水位动态预报。利用的水位采集资料序列长度不宜少于 10 a。

11.2.2 预测内容

11.2.2.1 对评价区内未来 1~5 a 枯、平、丰三种水文特征, 进行地下水水位动态预测, 并给出评价区内地下水水流场特征与水位历时动态特征。

11.2.2.2 根据政府制定的地下水开发利用规划, 预测不同的开采和减采方案下地下水的动态变化。

11.2.2.3 对水利工程建设、矿山开发等环境地质问题敏感区, 除利用数值模型进行预测外, 还应采用统计类方法, 利用水位长期采集资料, 对地下水水位进行预测, 预测工程实施后地下水动态变化。

11.2.3 预测结果

11.2.3.1 宜用简洁明了、通俗易懂的方式表达地下水位动态预测结果，以便地下水管理者与相关技术人员使用。

1.1.1.1 应绘制地下水位动态预测平面图，即预测水位等值线图或预测水位埋深等值线图，用不同颜色表示不同的升降特征，表述如下：蓝色表示水位上升趋势；黄色表示水位相对比较稳定；红色表示水位下降趋势。

11.3 水质预测

11.3.1 结合区域水文地质条件和水文地质研究程度，选择地下水溶质运移模型、统计模型等方法进行地下水水质预测。

11.3.2 对于人类活动密集、研究程度较高的地区，可建立数值模型进行地下水水质动态预测；对于受人类活动影响不大、研究程度较低的地区，可采用统计模型进行水质动态预测。

11.3.3 利用常规组份与有毒有害组分的单项评价结果进行综合预测。

11.3.4 根据水质长期采集数据，利用地下水溶质运移模型或统计模型对敏感性指标的变化进行预测，并分析研究其变化趋势。

12 信息系统建设与维护

12.1 基本要求

12.1.1 硬件环境

为了保证系统的运行效率，建议系统硬件配置符合当前的基本要求。

12.1.2 软件环境

软件环境配置应符合当前信息系统建设基本运行的要求。

12.1.3 网络环境

部署运行于互联网的网络环境，条件允许情况下部署与全国地下水信息中心连接的网络专线。

12.2 信息系统建设

12.2.1 数据库建设

属性数据库建设（表格数据）：按照DD 2010-03标准，利用统一的地下水调查评价数据库管理系统软件，对地下水调查评价数据进行数据采集、录入和整编。

空间数据库建设（空间矢量数据）：采用现有地理信息（GIS）软件，经过矢量化、投影、校准等过程，形成地理、地质、地下水专题等系列矢量图件，建立分层图元数据及其属性的空间数据库。

12.2.2 信息系统内容与要求

地下水调查评价信息系统包括：地下水野外调查信息系统、地下水采集信息采集与处理服务系统、地下水信息管理系统、地下水网络发布系统。各项目组根据上述系统的安装与部署要求部署。

12.3 信息系统运行及维护

12.3.1 数据标准化

数据标准化按照DD 2010-03和中国地质调查局2001年下发的“1:200 000 水文地质图空间数据库指南”要求将野外调查和动态采集数据进行标准化入库。

12.3.2 数据库运行

建立完善的数据库安全、数据更新策略；数据库安全策略采用数据备份和数据加密来保障；通过采取相应的措施来保障系统网络的安全—物理安全、安全控制和安全服务，实现地下水调查采集数据安全正常的运行。

12.3.3 信息系统维护

按照各信息系统软件的安装与部署要求搭建软硬件环境，安装部署各软件系统，对各系统运行过程中需求的数据资源进行标准化，由经过培训的专业人员对信息系统进行维护，保证信息系统的正常运行。

13 成果编制与审查

13.1 成果编制

13.1.1 地下水动态调查评价成果的表述要在科学、准确的基础上，突出时效性、易读性、针对性。

13.1.2 区域水文地质环境地质调查阶段，要编制区域水文地质环境地质调查报告，其主要内容应包括基础水文地质条件，平原（盆地）地下水及环境问题状况，同时应编制和提交基础数据库和地下水数值模型报告及成果等。

13.1.3 区域地下水动态数据采集网建设阶段，应编制和提交区域地下水动态数据采集网建设状况。

13.1.4 评价阶段，每年提交地下水动态年度报告或年鉴，对于存在与地下水有关的环境地质问题的区域，应每年提交调查评价报告，每5 a提交总结性调查评价报告。地下水动态调查评价报告应包括以下几个方面：

- a) 地下水动态调查评价成果报告；
- b) 地下水动态调查评价图集；
- c) 地下水动态调查评价体系：
 - 1) 地下水动态调查数据采集网络；
 - 2) 地下水动态调查评价数据库与信息系统；
 - 3) 地下水动态调查评价数值模型。

13.2 报告编制提纲

报告编制提纲参照附录A。

13.3 成果图件编制

13.3.1 基本原则

13.3.1.1 图件比例尺以1 : 250 000~1 : 500 000为宜，可根据调查区范围大小与分布情况作适当调整。

13.3.1.2 底图采用国家地理信息中心所建1 : 250 000地理底图，并视工作区情况，补充公路、铁路等现状资料或取舍不相关资料。

13.3.1.3 制图和图形数字化阶段，地理底图要素不得删减；出图阶段，根据实际情况，可将地理底图进行适当简化，以便输出合适比例尺要求的纸介质图件。

13.3.1.4 图形库的建立要求以单要素内容表示，每一要素为一个独立图层。综合图件所包含的所有信息，均要求以单要素图层形式输入图形库，使用单要素图层的叠加，生成综合图件。

13.3.1.5 编图使用的资料应准确，采用规范的方法、步骤和统一的图例，客观地反映调查评价成果。图面负担当合理，重点突出、层次分明、避让得当、图面清晰、实用易读。

13.3.1.6 所有图件均应保留矢量数据底图。

13.3.2 编图要求

13.3.2.1 地下水水位图

包括地下水水位等值线图、地下水埋深等值线图、地下水水位变差图。

地下水水位等值线图主要反映地下水等水位线及标高、地下水流向等。等水位线标为5的倍数，等水位线间隔大小根据水力坡度大小和图面清晰度自行确定。在多层结构含水层系统地区，应按各含水层系统单独编制地下水水位等值线图。

地下水埋深等值线图主要反映含水层水位埋藏深度，用埋藏深度等值线表示。埋藏深度等值线标为5的倍数，埋藏深度等值线间隔大小根据图面清晰度自行确定。在多层结构含水层系统地区，应按各含水层系统单独编制地下水埋深等值线图。

地下水水位变差图主要反映本年度与历史（60年代、80年代、2000年）同期水位比较的变化情况，用水位差等值线表示；同时根据水位差值的变动范围进行分区，用不同颜色反映不同的水位变幅区。可以辅以剖面镶图比较地下水位的变化。在多层结构含水层系统地区，应按各含水层系统单独编制地下水水位变差图。

根据需要，可以编制地下水水位预测图，包括地下水水位等值线预测图、埋深等值线预测图、地下水水位变差预测图。

13.3.2.2 地下水补给资源图

地下水补给资源图主要反映地下水补给量的多少及其分布。以地下水补给资源模数（单位时间单位面积的地下水补给量）表示，根据评价结果对补给量的值进行分级，不同级别用不同颜色表示。

13.3.2.3 地下水储存量变化图

地下水储存量变化图主要反映地下水储存量的变化及分布。以容积储存量和弹性储存量表示。根据评价结果对储存量的变化值进行分级，不同级别用不同颜色表示。

13.3.2.4 地下水开采强度图

地下水开采强度图主要反映地下水开采量的大小及其分布。以开采量占开采资源的百分比表示。根据评价结果对开采强度进行分级，不同级别用不同颜色表示。

13.3.2.5 地下水超采评价图

地下水超采评价图主要反映地下水超采状态及分布、地下水减采方案等内容。地下水超采评价结果划分为五个等级：开采潜力大区、尚有开采潜力区、采补平衡区、超采区、严重超采区。分别用蓝、绿、黄、桔、红色表示上述五个区。根据综合评价结果和存在的主要问题提出减采方案，用不同的分区图案表示。

13.3.2.6 地下水质量评价图

地下水质量评价图主要反应地下水质量的状态及分布。参照GB/T14848-93评价地下水质量。根据

评价结果将地下水质量分为优质水、良好水、较好水、较差水、极差水等五个级别，不同级别用不同颜色表示。

13.3.2.7 地下水污染评价图

地下水污染评价图主要反映地下水污染程度、地下水中主要污染物等。按照地下水污染评价方法，分别对无机污染和有机污染进行评价。

地下水无机污染评价图，根据污染评价结果分为四个级别：严重污染、中等污染、轻微污染、未污染，分别用红、桔、黄、蓝四种颜色表示上述四个地下水污染级别区。用不同的线型圈定地下水中主要污染物的分布范围，并标明污染物种类、浓度。

地下水有机污染评价图，根据污染评价结果分为五个级别：严重污染、重污染、中等污染、轻微污染、未污染，分别用红、桔、黄、绿、蓝四种颜色表示上述五个地下水污染级别区。用不同的线型圈定地下水中主要毒害物质的分布范围，并标明毒害物质及最大浓度。

13.3.2.8 地下水开采潜力评价图

主要反映地下水开采潜力，并对其进行评价。

13.4 成果审查与验收

13.4.1 野外验收

13.4.1.1 项目承担单位在野外工作结束后提出野外验收申请，由计划项目单位组织有关专家进行野外验收。

13.4.1.2 野外验收应具备的条件：

- a) 已完成设计规定的野外工作。
- b) 原始资料齐全、准确。
- c) 已经进行原始资料校验、整理、汇总、编目造册。
- d) 进行了必要的综合研究，已编写完成项目野外工作总结。

13.4.1.3 野外检查验收应提供的资料：

- a) 全部野外实际资料：野外原始图件，野外记录本、原始野外记录卡片，原始数据记录、相册、表格，野外各类原始编录资料及相应的图件；钻孔施工记录、钻孔编录、抽水试验记录等；样品鉴定、分析、测试送样单和分析测试结果，各类典型实物标本，过渡性综合解释成果资料和综合整理、综合研究成果资料，其它相关资料。
- b) 质量检查记录、单孔验收记录等。
- c) 野外工作总结：任务完成情况总结，地质成果总结，质量总结，存在问题及改进意见。

13.4.1.4 野外验收的依据包括：项目任务书、总体设计、年度工作方案、单项工作设计、工作方案变更申请与批复、相关技术要求等。

13.4.2 成果评审与审查

13.4.2.1 项目承担单位应在野外验收后6个月内向计划项目单位提交项目成果，由计划项目单位组织评审。

13.4.2.2 成果评审依据项目任务书、设计书、设计审查意见书、工作方案变更申请与批复、野外验收意见书及有关标准规范和要求进行。

13.4.2.3 成果通过评审后，项目承担单位应根据评审意见认真修改，并在规定时间内将修改后的最终报告报送计划项目单位审查。

13.4.2.4 项目成果的汇交与资料归档按中国地质调查局地质调查项目技术管理规定执行。并填报《地质项目资料整理汇总表》。

附录 A (规范性附录)

地下水动态调查评价设计书与成果报告提纲

A.1 地下水动态调查评价设计书

第一章 前言。包括项目名称、项目编码、任务来源、任务书编号、工作起止时间、目标任务等。

第二章 工作区概况。包括自然地理、社会经济状况、区域地质条件、区域水文地质条件、地下水资源开发利用现状、主要水文地质环境地质问题等。

第三章 以往研究程度评述。包括工作区水文地质环境地质调查、地下水动态调查、地下水均衡试验、地下水勘查评价等方面以往工作程度与存在问题，以及国内外地下水动态调查评价研究现状与发展趋势等。

第四章 工作部署与实施方案。包括技术路线、部署原则、工作内容、工作量、工作方法、技术要求、进度计划等；

第五章 设备需求。包括所需设备的名称、型号、数量、用途、性能指标、配置方案、价格情况等。

第六章 组织管理。包括组织管理体系（或组织机构）、人员组成、分工等。

第七章 保障措施。包括质量、安全、工期、劳动保护等保障措施。

第八章 预期成果。包括文字报告、附图、附表、信息系统和模型系统等。

第九章 经费预算。包括项目基本情况、预算编制依据、预算编制方法及说明、经费预算表等。

A.2 成果报告

第一章 工作概况。包括项目来源及目的任务、工作区以往研究程度及存在的问题、工作方法及完成工作量、调查工作质量评述及主要成果等。

第二章 自然地理与社会经济概况。包括地理位置、地形地貌、气象水文、社会经济概况等。

第三章 区域水文地质条件。包括区域地质及构造、水文地质条件。

第四章 地下水动态特征。包括地下水水位动态特征、地下水水质动态特征、地下水水量动态特征等。

第五章 地下水动态评价。包括地下水水位动态评价、地下水水量动态评价、地下水水质动态评价等。

第六章 地下水动态预报。包括地下水水位预报、地下水水量预报、地下水水质及污染预警等。

第七章 地下水资源开发利用现状及主要环境地质问题。包括地下水资源开发利用现状、主要环境地质问题等。

第八章 地下水合理开发利用及地质环境保护对策建议。

第九章 信息系统建设

附件 主要附图：

——地下水水位（水头）等值线图。

——地下水补给资源图

——地下水储存量变化图

- 地下水开采强度图
- 地下水超采评价图
- 地下水水化学图
- 地下水质量评价图
- 地下水污染评价图
- 地下水开发利用规划图

附 录 B
(资料性附录)
地下水动态调查评价表格格式

表B. 1～表B. 11给出了地下水动态调查评价表格格式。

表B. 1为水源地（井）开采量调查表；

表B. 2为水源地（井）开采量调查表；

表B. 3为水源地（井）开采量统计表；

表B. 4为农灌点开采量调查表；

表B. 5为农灌井开采量调查表；

表B. 6为农灌开采量统计表；

表B. 7为生活用水开采量调查表；

表B. 8为经济社会发展与用水量分类统计表；

表B. 9地下水水位自动采集记录汇总表；

表B. 10为地下水水位采集记录表；

表B. 11为地下水水位统测记录表。

表B.1 水源地（井）开采量调查表

水源地统一编号		野外编号		图幅名	
地理位置	_____省(区/市)_____市_____县(区)_____乡(镇)_____村_____方向 m				
地理坐标	经度: _____°_____′_____″ 纬度: _____°_____′_____″			地面高程 (m)	
水源地名称		地下水水力类型			
含水层时代		含水介质类型			
含水层顶底板埋深(m)		含水层厚度(m)			
开采井深度(m)		供水井个数(眼)			
勘察精度级别		批准储量级别			
允许开采量($10^4\text{m}^3/\text{d}$)		现状实际开采量($10^4\text{m}^3/\text{d}$)			
水源地规模分级		供水方向			
投产时间(年-月-日)		采样情况			
开采前水位埋深(m)		现状水位埋深(m)			
水源地及开采状况描述:		水源地平面位置示意图			
开采诱发环境地质问题描述:					

调查单位:

调查人:

审核人:

调查时间: 年 月 日

表B.2 水源地（井）开采量调查表

调查井统一编号				原编号			图幅名			
地理位置		_____省(区/市)_____市_____县(区)_____乡(镇)_____村_____方向_____ m								
地理坐标		经度: _____°_____′_____″ 纬度: _____°_____′_____″					地面高程 (m)			
抽水泵型号				电机功率 (kw)				额定流量 (m ³ /h)		
观测日期	日开采小时数 (h)	日用电量 (度)	水表读数		实测流量 (m ³ /h)	日开采量 (m ³ /d)	水位埋深 (m)	备注		
			开始数	结束数						
1										
2										
3										
4										
5										
6										
7										
8										
9										
10										
11										
12										
13										
14										
15										
16										
17										
18										
19										
20										
21										
22										
23										
24										
25										
26										
27										
28										
29										
30										
合计										

调查单位: _____ 调查人: _____ 审核人: _____ 调查时间: _____ 年 _____ 月 _____ 日

表B.3 水源地(井)开采量统计表

省(市、区)名称		标准代码			水源地个数			年 月								
序号	水源地名称	位置	坐标		含水层时代	含水质介类型	地下水水力类型	开采深度(m)	开采井数(眼)	单井开采量(m^3/d)	总开采量($10^4 m^3/d$)	允许开采量($10^4 m^3/d$)	开采程度(%)	供水方向	备注	
			经度	纬度												

调查单位: _____ 整理人: _____ 审核人: _____ 调查时间: _____ 年 _____ 月 _____ 日

表B.4 农灌点开采量调查表

调查点统一编号	野外编号		调查点名		图幅名			
地理位置	___省(区/市)___市___县(区)___乡(镇)___村		地理坐标		经度: ___° ___' ___" 纬度: ___° ___' ___"			
灌溉次数	开始时间 (年·月·日)	结束时间 (年·月·日)	次灌溉时间 (h)	次灌溉面积 (亩)	灌溉 作物种类	调查监测 井数(个)	次灌溉开采量 (m ³ /次)	次灌溉定额 (m ³ /亩次)
1								
2								
3								
4								
5								
6								
7								
8								
9								
10								
年统计	灌溉次数(次)	总灌溉时间(h)	平均灌溉面积(亩)	总开采量(m ³ /a)	开采强度(m ³ /年·亩)			

调查单位:

调查人:

审核人:

调查时间: 年 月 日

表 B.5 农灌井开采量调查表

调查井统一编号				原编号			图幅名			
地理位置		省(区/市)_____市_____县(区)_____乡(镇)_____村_____方向_____ m								
地理坐标		经度: _____°_____'_____" 纬度: _____°_____'_____"					地面高程 (m)			
抽水泵型号				电机功率 (kw)				额定流量 (m ³ /h)		
观测日期	日开采小时数 (h)	日用电量 (度)	实测流量 (m ³ /h)	日开采量 (m ³ /d)	浇地面积 (亩)	作物种类	水位埋深 (m)	备注		
1										
2										
3										
4										
5										
6										
7										
8										
9										
10										
11										
12										
13										
14										
15										
16										
17										
18										
19										
20										
21										
22										
23										
24										
25										
26										
27										
28										
29										
30										
合计										

调查单位: _____ 调查人: _____ 审核人: _____ 调查时间: _____ 年 _____ 月 _____ 日

表B.6 农灌开采量统计表

省(市、区)名称		标准代码			统计县(市)个数				年 月			
序号	县(市)名称	面积 (km^2)	含水介 质类型	地下水 水力类 型	按开采强度统计			按灌溉定额统计			备注	
					配套机 井数(眼)	机井密度 (眼/ km^2)	开采强度 ($10^4 \text{m}^3 / \text{km}^2 \cdot \text{天}$)	全区开 采量 $A(10^4 \text{m}^3 / \text{天})$	灌溉面积 (亩)	灌溉定额 ($\text{m}^3 / \text{亩} \cdot \text{次}$)		全区开 采量 $B(10^4 \text{m}^3 / \text{天})$

调查单位:

整理人:

审核人:

调查时间: 年 月 日

表 B.7 生活用水开采量调查表

调查点统一编号		野外编号		图幅名	
调查点名称		调查点类型		<input type="checkbox"/> 城镇 <input type="checkbox"/> 农	
地理位置	_____省(区/市)_____市_____县(区)_____乡(镇)_____村				
地理坐标	经度: _____°_____′_____″ 纬度: _____°_____′_____″				
人口数量(人)		大牲畜数量(头)			
水源类型	<input type="checkbox"/> 地下水 <input type="checkbox"/> 地表水		供水方式	<input type="checkbox"/> 集中 <input type="checkbox"/> 分散	
月份	生活用水开采量 (m ³)	用水定额 (L/天.人)	备注		
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					
11					
12					
年统计					
调查村庄及生活用水习性描述					

调查单位: 调查人: 审核人: 调查时间: 年 月 日

表B.8 经济社会发展与用水量分类统计表

县(市)名称	标准代码	面积 (km ²)	人口 (人)	按水源类型		按水力类型			按含水介质类型			按地貌单元		按矿化度			
				地下水	地表水	浅层潜水	中层承压水	深层承压水	孔隙水	岩溶水	裂隙水	平原盆地	山地丘陵	淡水	微咸水	半咸水	咸水
国内生产总值 (亿元)	工业生产总值 (亿元)	农业生产总值 (亿元)	服务业生产总值 (亿元)	工业用水定额 (m ³ /万元)	农业用水定额 (m ³ /万元)	生活用水定额 (m ³ /人天)											
GDP 用水定额 (m ³ /万元)	工业用水定额 (m ³ /万元)	农业用水定额 (m ³ /万元)	生活用水定额 (m ³ /人天)														
工业用水量 (10 ⁴ m ³ /年)																	
农业用水量 (10 ⁴ m ³ /年)																	
生活用水量 (10 ⁴ m ³ /年)																	
生态用水量 (10 ⁴ m ³ /年)																	
其他需水量 (104m ³ /年)																	
合计 (104m ³ /年)																	

调查单位:

整理人:

审核人:

调查时间: 年 月 日

表 B.9 地下水位自动采集记录汇总表

观测井统一编号								原编号			
经度	° ____ ' ____ "	纬度	° ____ ' ____ "	固定点高程(m)			地面高程(m)				
位置	省			市(县)			镇(乡)		村		
观测日期	固定点至地下水面距离(m)								水位埋深(m)	水位高程(m)	备注
	0时	4时	8时	12时	16时	20时	24时	平均值			
1											
2											
3											
4											
5											
6											
7											
8											
9											
10											
11											
12											
13											
14											
15											
16											
17											
18											
19											
20											
21											
22											
23											
24											
25											
26											
27											
28											
29											
30											
31											

采集仪器型号:

资料整理人:

采集校核人:

表 B. 10 地下水位采集记录表

采集点统一编号		野外编号		图幅名			
地理位置	_____省(区/市)_____市_____县(区)_____乡(镇)_____村_____方向_____m						
地理坐标	经度:____°____'____" 纬度:____°____'____"			地面高程(m)			
观测日期 (年-月-日)	观测时间 (时-分)	固定点至地下水面距离(m)			水位埋深 (m)	水位标高 (m)	备注
		一次读数	二次读数	平均值			

调查单位: 调查人: 审核人: 调查时间: 年 月 日

表 B. 11 地下水位统测记录表

统一编号		野外编号	
经度	° _____ ' _____ "	纬度	° _____ ' _____ "
地理位置	省 市(县) 镇(乡) 村		
地面标高(m)		井深(m)	井口高程(m)
是否做抽水试验	<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否		
取水设施			
开采情况			
成井日期			
取水层位			
含水层特征	含水层岩性		
	顶板埋深(m)		底板埋深(m)
	含水层厚度(m)		
水位埋深(m)		统测日期	
水位标高(m)		统测期	<input type="checkbox"/> 丰水期 <input type="checkbox"/> 平水期 <input type="checkbox"/> 枯水期
水温℃		气温℃	
水位统测井位置示意图			
调查单位			调查时间
调查人		记录人	审核人

附录 C (规范性附录)

地下水动态监测现状调查与网络优化设计建设维护技术要求

C.1 地下水动态监测现状调查

C.1.1 目的

地下水监测现状调查的目的是掌握地下水监测网点的分布状况、监测井(孔)的质量状况及相关的资料状况等,为地下水监测网优化和动态评价与预测预报提供依据。

C.1.2 原则

C.1.2.1 重点调查与全面统计相结合原则。对所有国家级、省级、地市级监测点、地下水统测点和其他重要地下水监测点进行逐一调查;对农田水利、城市建设、地震预报等其他专门监测点进行全面统计。

C.1.2.2 专门监测孔与非专门监测井分别调查原则。对专门监测孔和水源地生产井以及农用机井、民井等非专门监测井进行分别调查,建立监测孔档案。

C.1.3 内容

监测现状调查的内容包括地下水监测点数量、监测点分布、监测点建设情况、监测点运行情况、监测层位、监测项目等。

C.1.4 基本要求

C.1.4.1 专门监测井调查内容包括监测点编号、井位、井深、井孔结构、地层结构、观测层位、地下水类型、监测内容、监测方式、监测频率、监测点级别、自动监测仪器安装维护,以及监测井施工情况、完好程度、淤堵状况等。填报专门监测孔调查表。

C.1.4.2 非专门监测井可适当减少调查内容,但须调查下泵深度、抽水状况、电机功率等内容。填报非专门监测孔调查表。

C.1.5 地下水监测井(点)的分级

地下水监测点井(点)依据建设与维护运行经费的来源分为国家级、省级、地市级等。

C.1.6 监测井的淤堵状况分类

专门性地下水监测井的淤堵状况按照其淤堵程度分为以下四种:

- d) 未淤堵——监测井含水层或滤水管未发生淤堵现象;
- e) 轻微淤堵——含水层或滤水管淤堵深度小于等于 30%;
- f) 中等淤堵——含水层或滤水管淤堵深度大于 30%、小于等于 60%;
- g) 严重淤堵——含水层或滤水管淤堵深度大于 60%。

C.1.7 监测井的损坏状况分类

专门性地下水监测井的损坏状况分为以下三种:

- h) 完好——监测井未遭到损坏;

- i) 轻微损坏——监测井遭轻微损坏，尚能进行监测；
- j) 严重损坏——监测井遭严重损坏，不能进行监测。

C.2 地下水监测网络优化设计

C.2.1 地下水水位监测网络优化设计

C.2.1.1 优化设计原则

- C.2.1.1.1 以最少的监测孔和监测工作量，获得满足监测目的和精度的地下水水位信息量。
- C.2.1.1.2 以现有监测点为基础，充分利用专门监测孔，适当利用机（民）井。
- C.2.1.1.3 以完整水文地质单元或地下水水流系统为单元，点、线、面结合，上、中、下游兼顾，优化调整监测网络，充实完善监测站点。
- C.2.1.1.4 在人类工程活动剧烈区、地质环境敏感区和环境地质问题突出区加大监测孔布置密度。
- C.2.1.1.5 在多层地下水分布区，分层部署监测点。

C.2.1.2 水位监测孔（点）类型划分

- C.2.1.2.1 地下水水位监测孔（点）一般依据监测频率，划分为长期监测孔（点）（简称长观孔或点）和统一测孔（点）（简称统测孔或点）。
- C.2.1.2.2 长观孔（点）主要控制不同水文地质单元和不同含水层组的骨干水文地质剖面或区域，应选择利用以往保留的地下水勘探孔或新施工专门监测孔。在条件允许的情况下应安装自动监测仪器，进行连续自动监测。
- C.2.1.2.3 统测点主要用来弥补长观点点数少的缺陷，用来进一步刻画区域地下水流场，统测点可选择质量较高的机井或民井，每年在枯、丰水期定期统一测量。

C.2.1.3 水位监测网络优化设计方法

C.2.1.3.1 区域地质分析法。依据区域水文地质条件和水文地质特征，进行地下水监测点优化部署，需要综合考虑下列因素：

- k) 查明各含水层之间的水力联系时，宜分层布设监测孔；
- l) 需要获得边界地下水动态资料时，宜在边界有代表性的地段布设监测孔；
- m) 查明咸水与淡水分界面的动态特征（包括海水入侵）时，宜垂直分界面布设监测线；
- n) 需要获得用于计算地下水径流量的水位动态资料时，宜垂直和平行计算断面布设监测线；
- o) 需要获得用于计算地区降水入渗系数的水位动态资料时，宜在有代表性的不同地段布设监测孔；
- p) 查明地下水与地表水之间的水力联系时，宜垂直地表水体的岸边线布设监测线，对地表水也要作必要的动态监测；
- q) 查明水源地在开采过程中下降漏斗的发展情况时，宜通过漏斗中心布设相互垂直的两条监测线；
- r) 查明两个水源地的相互影响或附近矿区排水对水源地的影响时，宜在连接两个开采漏斗中心的方向上布设监测孔。
- s) 部署总点数可参照本要求 6.1.4 定额。

C.2.1.3.2 地下水动态分区图法。根据地下水动态类型分区图进行地下水水位监测点优化部署的工作方法如下：

- t) 分析整理地形地貌、含水层结构特征、地下水水位埋深、土壤类型、土地利用、降水量、地表水体及人工开采等基础因素内容；
- u) 利用地形地貌与含水层结构特征编制水文地质分区图，利用地下水水位埋深与土壤类型编制非饱和带分区图，利用土地利用和降水量编制地下水补给分区图，利用地表水体和人工开采编制地下水局部影响分区图；
- v) 将上述四张图叠加，得到地下水动态类型分区图；
- w) 原则上每个地下水动态类型分区上至少部署一个监测点，同时应参照区域地质分析法所考虑的因素。
- x) 部署总点数可参照本要求 6.1.6 定额。

C.2.1.3.3 克里金插值法。利用现有地下水监测网点及监测数据进行克里金插值，根据残值误差的大小进行监测点优化部署。

C.2.2 地下水水质监测网络优化设计

C.2.2.1.1 优化设计原则

地下水水质监测网络优化原则与地下水水位监测网络优化原则一致。

C.2.2.1.2 水质监测网络优化设计方法

C.2.2.1.2.1 区域地质分析法。依据区域水文地质条件和水文地质特征，进行地下水水质监测点优化部署，需要考虑下列因素：

- y) 区域地下水水质监测点布设宜利用已有地下水水位监测点，应在水文地质单元的补给、径流、排泄区、边界线、不同的含水层、主要地下水开采区、主要环境地质问题区等分别布点监控。
- z) 地下水污染监测点的布设应考虑污染源类型、分布以及污染物在地下水中的存在形式，采取点、面结合的方法监测污染物在地下水中的运移。监测重点应考虑易污染的浅层地下水以及深层地下水的补给区。
- aa) 水源地水质监测点布设宜利用常年使用的生产井或泉。

C.2.2.1.2.2 地下水污染风险性评价法。采用地下水污染风险性评价法进行区域地下水水质监测网优化的方法步骤如下：

- a) 用 DRASTIC 方法对含水层易污性进行定量评价。
- b) 开展污染源调查，分点源、线源、面源污染进行调查统计。
- c) 综合含水层易污性评价结果和污染源分布进行地下水污染风险性评价。
- d) 结合水质监测网现状，进行水质监测网点优化部署。

C.2.3 地下水水量监测网络优化设计

C.2.3.1 优化设计原则

C.2.3.1.1 地下水水量监测点布设应以满足调查统计区域地下水开采量和掌握重要泉水流量变化为原则。

C.2.3.1.2 应对城市集中供水水源地开采量、城市分散供水开采量、农田灌溉开采量、生态用水开采量进行分类布设监测。

C.2.3.1.3 应对流量大于0.5L/s的重要泉水及历史名泉布设泉水流量监测点。

C.2.4 地下水水温监测网络优化设计

地下水水温监测点布设宜与水位监测点一致,对地下水温异常区或具有热污染的地区应加密布设水温监测点。

C.3 地下水监测井选用与建设维护

C.3.1 地下水监测井选用

C.3.1.1 监测井选用原则

C.3.1.1.1 以地下水监测网络优化设计方案为指导,优先选择利用现有专门监测井,适当选择利用机(民)井。

C.3.1.1.2 当两个以上现有监测井同时符合选用要求时,优先选用成井质量高、监测序列长、监测层位明确、监测干扰因素少的监测井。

C.3.1.1.3 当符合要求的现有监测井存在淤堵、破损或无井口保护设施时,应设计安排清淤、修复和修建井口保护设施工作量。

C.3.1.1.4 当现有监测井均符合目前的要求时,应设计安排新建监测井工作量。新监测井建设应按照国家级地下水监测井建设标准执行。

C.3.1.1.5 地下水监测井的选用,应同时考虑水位、水质等多项监测指标,尽可能实现一孔多项监测的原则。

C.3.2 地下水监测井修复与施工建设

C.3.2.1 旧监测井修复洗井

C.3.2.1.1 旧监测井洗井修复内容包括资料准备、施工方案设计、修复、洗井、井口保护装置安装、编制洗井修复报告等工作内容。

C.3.2.1.2 应提前准备好拟修复洗井的原始施工报告,包括地层结构、井壁井管结构、水位、水量、水质状况、水文地质参数等内容,为编制洗井修复施工方案设计提供依据。

C.3.2.1.3 当旧监测井呈现中等淤堵或严重淤堵时,需进行洗井处理。建议采用抽水洗井方式洗井,也可根据实际需要选择其他方式,如酸化洗井、CO₂洗井、活塞洗井。洗井方式和洗井、抽水设备安装技术要求执行DZ/T 0148-94。

C.3.2.1.4 洗井完成后应根据情况进行单孔稳定流抽水试验或多孔非稳定流抽水试验,推求涌水量-水位降深关系或含水层水文地质参数。抽水试验技术要求执行DZ 44-86。

C.3.2.1.5 当旧监测井同时呈现损坏和淤堵时,需先修复、再洗井。

C.3.2.1.6 应根据需要安装井口保护装置。

C.3.2.1.7 工作完成后30日内提交“监测井洗井修复报告”,建立监测井档案。

C.3.2.1.8 修复洗井工作量建议定额:每井9~15台班。

C.3.2.2 监测井建设施工

C.3.2.2.1 监测井建设包括资料准备、确定井位、施工设计、钻机安装、钻进、下管、填砾、止水、洗井、抽水试验、井口保护装置安装、编制建设施工完井报告等工作内容。

C.3.2.2.2 搜集整理拟建监测井附近的地质、水文地质资料,包括地层岩性、地质构造、含水层类型、含水层位、水位、水量、水质状况等内容,为监测井位确定与钻探施工设计提供依据。

- C.3.2.2.3 为确保监测井位置、层位代表性，在水文地质条件复杂地区确定监测井位时，可适当投入地球物理地球化学勘查工作量。
- C.3.2.2.4 钻井施工技术要求，执行DZ/T 0148-94。
- C.3.2.2.5 洗井完成后应根据情况进行单孔稳定流抽水试验或多孔非稳定流抽水试验，推求涌水量-水位降深关系或含水层水文地质参数。抽水试验技术要求执行 DZ44-86。
- C.3.2.2.6 应根据需要安装井口保护装置。
- C.3.2.2.7 应在工作完成后30日内提交“建设施工完井报告”，建立监测井档案。
- C.3.2.2.8 监测井建设施工工作量根据需要确定。

C.3.3 自动监测远程传输系统建设

C.3.3.1 自动监测远程传输系统设计

应针对工作区水文地质条件、地下水开发利用现状、地下水监测网络优化方案和现有自动监测系统基础，提出自动监测远程传输系统设计方案。包括监测仪器选型、监测井处理、监测仪器安装调试、监测系统运行维护等工作内容。

C.3.3.2 自动监测远程传输系统仪器选型

国内外对数字型地下水水位水温自动监测仪器及其配套设施的研究尚处于发展阶段。可供选择的自动监测仪器主要有三种产品（表C3-2），各地应根据本地实际选用适宜的监测仪器。

表C.1 地下水自动监测仪性能比较

设备名称	产地	监测项目	稳定性	数据可靠性	电池寿命	自动传输情况	参考价格（万元/台）
CTD DIVER	荷兰	水位 水温	稳定	双重保证	10年	需另配置自动传输设备	1.8
WS-1040	保定	水位 水温	较稳定	较可靠	较短	能自动传输	1.5
XY-II	西安	水位	较稳定	较可靠	较短	能自动传输	1.5

C.3.3.3 自动监测井处理

进行自动监测远程传输系统仪器安装前，应对监测井修复洗井。

C.3.3.4 自动监测远程传输发射系统安装调试

C.3.3.4.1 安装准备。准备好监测数据发送使用的通讯数据卡，并检查是否已开通。准备钢制卷尺，丈量自动监测仪的数据通讯线缆长度，并进行尺码标注。准备孔身测量工具，测量监测孔实有井深，探查井壁完整情况，确保监测仪传感器顺利下入预定位置。用最高或最低高精度温度计或地温仪，测量预定深度的温度。取水样检查水质的混浊度，进行水质分析，对矿化度、容重、腐蚀性进行诸项研究。以便监测设备防腐处理和传感器水压差校正。

C.3.3.4.2 自动监测仪设置。首次安装应由供货商派出工程技术人进行，并进行使用安装培训。在地表组装连接监测设备，用笔记本电脑现场设置监测单位、监测时间、间隔时间、监测精度等监测仪参数，检查电源电量。将传感器设置到预定井深，传感器水面下埋深应小于传感器量程，并捆扎牢固。连接笔记本电脑，检查是否工作正常。

C.3.3.4.3 自动远程传输设备通讯设置。接通数据传输服务器电源，将数据传输器连接到笔记本电脑上，设置数据传输器的固定IP服务器地址，装入数据通讯卡，设置上线通讯时间和间隔。

C.3.3.4.4 自动监测仪与自动远程传输设备组装测试。将设置统一通讯协议的自动监测仪和数据传输器连接，让数据传输器定时采集自动监测仪存储的监测数据。接通电源开始上线。在笔记本电脑上插入无线网卡，打开上线检查软件查看是否登录上线，检查通讯系统是否接通。通过设置就近就快的传输上线时间，启动远程桌面连接到控制台数据服务器，打开数据监控处理软件，查看是否有监测数据发回，检查整个自动远程地下水监测系统是否安装连接成功。将自动远程的监测水位、水温数据与事先手工监测的数据对应，校验其精度是否在允许范围内。否则，要求供货商退换。

C.3.3.5 自动监测远程传输接收系统安装调试

C.3.3.5.1 确定自动监测设备、远程数据传输设备，由供货商负责统一设备间的数据通讯协议。

C.3.3.5.2 选择确定数据通讯网络，GPRS、CDMA、GSM和北斗星通讯系统任选一种（GSM通讯方式易出现数据接收“塞车”现象）。

C.3.3.5.3 项目组织实施单位提出要求，由供货商或软件工程师研发地下水自动监测远程传输系统数据接收处理软件。

C.3.3.5.4 准备Internet网络设备、数据服务器（控制台）、不间断电源、IP地址服务器，并将其连接。

C.3.3.5.5 在数据服务器上安装地下水自动监测远程传输系统数据接收处理软件，并根据要求输入监测孔基本数据参数，完成软件初始设置，进入正常运行。

C.3.3.6 地下水自动监测远程传输系统运行维护与质量检查

C.3.3.6.1 经常登录控制台数据服务器，探视各监测孔数据接收情况，检查自动监测仪的电量和数据传输器的电源电量，并判断监测设备的整体运行情况，发现情况及时到现场监测维修。维持长久供电，应增设太阳能充电面板。

C.3.3.6.2 严格按照仪器使用说明书要求进行运行期间的维护。经常从控制软件系统上检查整体监测系统运行情况，每月进行自动监测仪器运行情况野外检查。每6个月到现场检查监测设施的完好情况，编制地下水自动远程监测系统情况的报告，汇交到工作项目组织实施单位。

C.3.3.6.3 及时下载自动远程监测数据，组织技术人员分析整理，分析研究地下水动态变化情况，发现问题及时调整，使其既符合项目指导思路又符合当地实际情况。在自动远程监测运行初期，应经常到现场进行监测数据校正。

C.3.3.7 井口保护装置安装

C.3.3.7.1 每个自动监测井必须安装井口保护装置，防止仪器丢失或被破坏。

C.3.3.7.2 简易的井口保护装置规格为入地50cm、高出地面50cm的水泥桶柱。上面安装保护铁箱，并打上“国家级地下水监测点”明显标志。条件允许时，可建专门监测井房。

C.3.3.8 地下水自动监测远程传输系统竣工验收

建设施工单位应在自动监测远程传输系统安装完成后30日内，向工作项目组织实施单位提交竣工报告。工作项目组织实施单位应及时组织有关人员进行竣工验收，并将验收结果报项目上级主管单位。

C.3.4 地下水监测井维护

C.3.4.1 井口保护设施

应根据当地实际情况建设必要的保护设施，保证地下水监测井长期运行，一般安装井口保护装置，

条件允许时建设监测井保护房，在寒冷地区需设置孔口防冻装置。

C.3.4.2 监测设施看护

必要情况下要与当地协商确定监测设施看护人，明确看护责任，发现不利于监测孔运行或破坏的行为应及时制止和报告，参照当地群众监测费用给予适当看护费。

C.3.4.3 监测设施检查维护

应根据当地实际情况定期对监测孔及保护设施进行检查，及时掌握监测井淤堵、损坏情况，定期进行洗井修复。监测孔保护设施遭受损坏时应及时修复，并交由当地地质环境行政管理部门严肃查处。

参考文献

- SL 286-2003 地下水超采评价导则
 - GB/T 14175-93 水文地质术语
 - GB 50027-2001 供水水文地质勘察规范
 - GB 50179-93 河流流量测验规范
 - DZ/T 55-87 城市环境水文地质勘查规范
 - DZ/T 0133-94 地下水动态监测规程
 - DD2004-01 1 : 250000 区域水文地质调查技术要求
 - DD2004-02 区域环境地质调查总则（试行）
 - DD2006-02 地面沉降监测技术要求
 - DD2008-01 地下水污染调查评价规范（1 : 50000 ~ 1 : 250000）》
 - DD2010-03 区域地下水资源调查评价数据库标准
-