

水文地质概念模型概化导则

**中国地质调查局
2004 年 11 月**

1 主题内容与适用范围

1.1 本导则为中国地质调查局地质调查项目《全国地下水资源及其环境问题调查评价》(以下简称“项目”)专门制定。

1.2 本导则规定了建立概念模型所需要的资料、模型建立过程、概念模型的构成等原则要求。

1.3 本导则只适用于“项目”中水文地质模型的概化。

1.4 本导则可供其它有关调查评价工作参考。

2 引用标准及规范

水文地质术语	GB/T 14157-93
地下水资源分类分级标准	GB 15218-94
供水水文地质勘察规范	GB 50027-2001
矿区水文地质工程地质勘探规范	GB 12719-91

3 术语与基本概念

3.1 水文地质概念模型 Conceptual hydrogeological model

把含水层实际的边界性质、内部结构、渗透性能、水力特征和补给排泄等条件概化为便于进行数学与物理模拟的基本模式。

3.2 透水边界 Permeable boundary

渗透性良好的含水层边界。

3.3 隔水边界 Confining boundary

渗透性极差的含水层边界,即法向方向水力梯度(或流量)等于零的边界。

3.4 弱透水边界 Weakly-permeable boundary

能通过一定流量的渗透性较弱的含水层边界。

3.5 已知水位边界(一类边界) Boundary of known water level

已知外节点水位值的边界。

3.6 已知流量边界(二类边界) Boundary of known flow

已知地下水流入或流出量的边界。

3.7 混合边界(三类边界) Mixed boundary

由已知水位和已知流量边界共同组成的计算渗流场的边界。

3.8 定水头边界 Boundary of fixed water level

水位数值不变的已知水位边界。

3.9 定流量边界 Boundary of fixed flow

流量数值不变的已知流量边界。

4 总则

4.1 目的与任务

(1) 充分收集研究区以往各类地质、水文地质、地形地貌、气象、水文、钻孔、水资源开发利用等资料，进行系统的分析与研究，明确研究区的水文地质条件；

(2) 对研究区水文地质条件进行合理的概化，使概化模型达到即反映水文地质条件的实际情况，又能用先进的工具进行计算的目的，并最终提交概化的框图、平面图、剖面图及其文字说明。

4.2 模型概化原则

4.2.1 实用性

地下水流模拟是一实用性很强的技术，解决现实问题是它的根本目的。因此，建立的水文地质概念模型须与一定时期的科学技术水平以及研究区的水文地质调查研究程度相适应，能用于解决社会、经济发展中所面临的地下水模拟与管理问题。

4.2.2 完整性

概念模型必须尽可能真实全面地反映实体系统的内部结构与动态特征，专业人员既要到现场进行调查，又要广泛收集有关的各种信息，必要时还要补充部分现场调查（包括观测、试验等）工作，详细分析系统的输入、输出、状态演变、功能作用以及它与周围环境的相互作用关系等，以达到对于真实系统全面深入的掌握，保证模型在理论上的完整性，提高地下水流系统模拟的精度。

4.2.3 处理好简单与精度的矛盾

一味追求简单，要以牺牲精度为代价；一味追求精度，将导致模型复杂化，花费更多的时间和经费；要根据需要将二者协调好。

5 模型概化步骤

5.1 确定研究范围

模型研究区应尽可能地选择研究程度较高的地区，选择天然地下水系统，尽量避免人为边界。

5.2 收集资料

收集研究区已有的地质、水文地质以及水资源开发利用等方面的资料。

5.3 边界概化

根据含水层、隔水层的分布、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，将计算区边界概化为给定地下水水位（水头）的一类边界、给定侧向径流量的二类边界和给定地下水侧向流量与水位关系的三类边界。

5.4 内部结构概化

对研究区含水层组、含水介质、地下水运动状态以及水文地质参数的时空分布进行概化。

5.5 完成模型概化图

根据模型概化结果，绘制模型概化平面图与模型概化剖面图。

6 资料准备

水文地质基础条件是概念模型的基础。在建立概念模型之前，必须认真收集、整理和分析已有的水文地质资料，确定模拟的目的层，进而勾画出地下水实体系统的内部结构与边界条件，然后才开始对实体系统进行概化。所需数据见下表。

模型概化所需资料一览表

所需资料类型	数据来源	说明
水文地质条件： 1、含水层物理系统：包括地质、构造、地层、地形坡度、地表水体等方面的资料； 2、含水层结构：含水层的水平延伸、边界类型、顶底板埋深、含水层厚度、基岩结构等； 3、含水层水文地质参数及空间变异：渗透系数、给水度、储水系数、弥散系数、孔隙度等； 4、钻孔：位置、孔口标高、岩性描述、成井结构等。	1、地质图及水文地质图； 2、地形图； 3、前人所作的有关钻探、抽水试验及分析、地球物理勘探、水力学等方面的研究报告； 4、钻孔结构、地层岩性、柱状图、剖面图及成井报告等； 5、有关学术刊物上及会议上发表的学术论文、学生的毕业论文等； 6、行政部门及私人企业的有关数据。	1、应有一定数量的控制点； 2、地质单元的厚度、延伸以及含水层的识别； 3、地形标高等值线、含水层厚度等值线； 4、含水层立体结构图、水文地质参数分区图； 5、地表水与地下水以及不同含水层之间的水力联系程度； 6、地下水对生态环境的支撑作用。
水资源及其开发利用： 1、各种源汇项及其对地下水动力场的作用； 2、天然排泄区及人工开采区地理位置、排泄速率、排泄方式及延续时间；	1、降雨量及蒸发量； 2、地表水体流量及现状； 3、抽水试验及长观井的地下水位监测数据； 4、地下水及地表水体的开发利用量，包括政府部	1、通常为时间序列数据，最小时间单元应到月，有些时候需到天； 2、数据采集的时间、地点、数值及测量单位应准确； 3、对于地下水位数据，应注

3、地表水体与地下水的相互作用； 4、地下水人工开采、回灌及其过程； 5、土地利用模式、灌溉方式、蒸发、降雨情况等。	门的统计数据 and 可估计到的未进行统计的开发利用量； 5、灌溉区域、作物类型以及分布情况； 6、水资源需求量及污水排放量预测分析； 7、其他政府、企业等有关部门的水资源开发利用数据。	明是否为动水位； 4、不同时期地下水位等水位线图及地下水位过程线的说明； 5、开采量数据的质量对于一个好的模型至关重要，因此，要特别注意。
--	--	---

7 边界条件的概化

7.1 计算区边界

计算区应尽可能以自然边界为计算边界，最好是以完整的水文地质单元作为计算区。在计算区仅为水文地质单元一部分的情况下，应注意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交换问题，能全面反映地下水系统整体与局部、局部与局部、系统与环境的对应关系。

7.2 地表水体

7.2.1 已知水头边界

地表水与含水层有密切的水力联系，经动态观测证明有统一水位，地表水对含水层有无限的补给能力，降落漏斗不可能超越此边界线时，地表水体就可以确定为定水头补给边界；如果只是季节性的河流，只能在有水期间定为定水头边界；如果只有某段河水与地下水有密切水力联系，则只将这一段确定为定水头边界。

7.2.2 已知流量边界

地表水与地下水没有密切水力联系或河床渗透阻力较大时，仅仅是垂直入渗补给地下水，则应作为二类定流量补给边界。

7.3 断层接触边界

7.3.1 隔水边界

如果断层本身不透水，或断层的另一盘是隔水层，则构成隔水边界。

7.3.2 流量边界

如果断裂带本身是导水的，计算区内为富含水层，区外为弱含水层时，则形成流量边界。

7.3.3 已知水头边界

如果断裂带本身是导水的，计算区内为导水性较弱的含水层，而区外为强导水的含水层时（这种情况，供水中少有，多出现在矿床疏干时），则可以定为定水头补给边界。

7.4 岩体或岩层接触边界

岩体或岩层接触边界，一般多属于隔水边界或流量边界。凡是流量边界，应测得边界处岩石的导水系数及边界内外的水头差，算出水力坡度，计算出补给量或流出量。

7.5 地下水的天然分水岭

地下水的天然分水岭，可以作为隔水边界，但应考虑开采后是否会导致位置的变迁。

8 内部结构的概化

8.1 含水层组

根据含水层组类型、结构、岩性等，确定层组的均质或非均质、各向同性或各向异性，确定层组水流为稳定流或非稳定流、潜水或承压水。

既存在越流又存在弱层释水的地区，要建立考虑弱透水层水运动的弱透水层模型。一个区域含水层组可以概化成为一个单层模型，也可概化成为一个含水层—弱透水层组越流模型，或概化为多个含水层—弱透水层组构成的多层模型。

8.2 含水介质

8.2.1 含水介质条件

（1）确定含水层类型，查明含水层在空间的分布形状。对承压水，可用顶底板等值线图或含水层等厚度图来表示；对潜水，则可用底板标高等值线图来表示；

（2）查明含水层的导水性、储水性及主渗透方向的变化规律，用导水系数 T 储水系数 μ^* （或给水度 μ ）进行概化的均质分区，只要渗透性不大的地段，就可相对视为均质区；

（3）查明计算含水层与相邻含水层、隔水层的接触关系，是否有“天窗”、断层等沟通。

如果为了取得某些详细准确的参数，需布置大量勘探、试验工作而要花费昂贵的代价时，可考虑先有一个控制数值，再在识别模型时反求该参数。

8.2.2 含水介质概化

8.2.2.1 孔隙含水介质

（1）均质、非均质

如果在渗流场中，所有点都具有相同的渗透系数，则概化为均质含水层，否则概化为非均质的；自然界中绝对均质的岩层是没有的，均质与非均质是相对的，视具体的研究目标而定。

（2）各向同性、各向异性

根据含水层透水性能和渗流方向的关系，可以概化为各向同性和各向异性二类。如果渗流场中某一点的渗透系数不取决于方向，即不管渗流方向如何都具有相同的渗透系数，则介质是各向同性的，否则是各向异性的。

8.2.2.2 裂隙、岩溶含水介质

裂隙、岩溶含水介质的概化要视具体情况而定。在局部溶洞发育处，岩溶水运动一般为非达西流（即非线性流和紊流），但在大区域上，北方岩溶水运动近似地满足达西定律，含水介质可概化为非均质、各向异性的连续介质。

8.3 地下水运动状态

8.3.1 层流、紊流

一般情况下，在松散含水层及发育较均匀的裂隙、岩溶含水层中的地下水运动，大都是层流，符合达西定律。只有在极少数大溶洞和宽裂隙中的地下水流，才不符合达西定律，呈紊流。

8.3.2 平面流和三维流

在开采状态下，地下水运动存在着三维流，特别是在区域降落漏斗附近及大降深的井附近，三维流更明显，故应用地下水三维流模型。若三维流场的水位资料难以取得，可将三维流问题按二维流处理，但应考虑所引起的计算误差是否能满足水文地质计算的要求。

8.4 水文地质参数

8.4.1 时间概化

水文地质参数是慢时变的，在一定时期和外部条件下可以近似地看作恒定不变，建立概念模型时，将参数概化为随时间不变的。

8.4.2 空间概化

对于参数的空间分布规律，常采用离散化的参数概化方法（即参数分区或参数化）来确定。参数分区的依据如下：

- （1）计算区单孔抽水试验资料的计算结果，包括渗透系数、储水系数、给水度及单位涌水量；
- （2）含水层分布规律，即埋深、厚度和岩性组合特征；
- （3）地下水天然流场、人工干扰流场、水化学场和温度场；
- （4）构造条件及岩溶发育规律（限于岩溶含水层）。

9 源汇项

9.1 含水层垂向量作为模型的源或汇，一般可直接量化，也可处理成（垂向量与水位的关系）子模型连接的方式。要根据实际水文地质条件，决定具体量化和处理方式。

9.2 潜水蒸发强度随潜水位埋深而产生变化时，可建立受潜水极限蒸发埋深约束的潜水

蒸发子模型。存在间歇性的河流、以及由于开采促使地表水体与含水层间的水量交换发生明显改变时，应考虑建立地表水入渗子模型。

10 表达方式

10.1 平面图

- (1) 研究区基本情况：包括模型研究范围、主要居民点以及标志性的地形、地貌等；
- (2) 水文地质控制点：包括地表河流、湖泊、开采井以及地下水的天然露头等；
- (3) 地下水含水层控制点：主要包括控制含水层的各类钻孔。

10.2 剖面图

- (1) 地表地理要素：包括剖面所切割过的对应地表主要地理地貌，如城市、城镇、河流、湖泊等；
- (2) 含水层结构：包括含水层及顶、底板的垂向位置及延伸情况；
- (3) 地质构造：包括各类地质构造（如断层）的地理位置及其水理性质；
- (4) 地下水水位：研究区初始地下水位，用虚线描绘；
- (5) 各类源汇项及其性质。

附件：

某研究区模型概化示意图

