

要 录 容 内

目 录 中 心 通 过 的 事 关 中 国 水 资 源 的 开 发 利 用 和 保 护 的 重 大 问 题 本 书 以 水 文 地 质 学 为 基 础 结 合 工 程 地 质 学 的 理 论 和 实 践 研 究 成 果 对 水 资 源 与 水 文 地 质 工 程 地 质 环 境 地 质 研 究 的 理 论 和 实 践 问 题 进 行 了 系 统 的 论 述 本 书 可 作 为 水 文 地 质 工 程 地 质 环 境 地 质 研 究 领 域 的 研 究 人 员 和 学 生 的 参 考 书 也 可 作 为 水 文 地 质 工 程 地 质 环 境 地 质 研 究 领 域 的 教 材 或 参 考 书

水资源与水文地质工程地质 环境地质研究

王现国 著

著 者 王 现 国 地 质 工 程 师 研 究 所 地 质 工 程 师 王 现 国 著

地 址 河 南 省 开 封 市 270000

电 话 0371-4381111

1. 水 文 地 质 学 ① 地 质 学 ② 地 质 学 ③ 地 质 学 ④ 地 质 学 ⑤ 地 质 学 ⑥ 地 质 学 ⑦ 地 质 学 ⑧ 地 质 学 ⑨ 地 质 学 ⑩ 地 质 学 ⑪ 地 质 学 ⑫ 地 质 学 ⑬ 地 质 学 ⑭ 地 质 学 ⑮ 地 质 学 ⑯ 地 质 学 ⑰ 地 质 学 ⑱ 地 质 学 ⑲ 地 质 学 ⑳ 地 质 学 ㉑ 地 质 学 ㉒ 地 质 学 ㉓ 地 质 学 ㉔ 地 质 学 ㉕ 地 质 学 ㉖ 地 质 学 ㉗ 地 质 学 ㉘ 地 质 学 ㉙ 地 质 学 ㉚ 地 质 学 ㉛ 地 质 学 ㉜ 地 质 学 ㉝ 地 质 学 ㉞ 地 质 学 ㉟ 地 质 学 ㊱ 地 质 学 ㊲ 地 质 学 ㊳ 地 质 学 ㊴ 地 质 学 ㊵ 地 质 学 ㊶ 地 质 学 ㊷ 地 质 学 ㊸ 地 质 学 ㊹ 地 质 学 ㊺ 地 质 学 ㊻ 地 质 学 ㊼ 地 质 学 ㊽ 地 质 学 ㊾ 地 质 学 ㊿ 地 质 学

地 址 河 南 省 开 封 市 270000

电 话 0371-4381111

中 国 地 质 学 会 地 质 工 程 师 研 究 所 地 质 工 程 师 王 现 国 著

地 址 河 南 省 开 封 市 270000

电 话 0371-4381111

地 址 河 南 省 开 封 市 270000

电 话 0371-4381111

地 址 河 南 省 开 封 市 270000

电 话 0371-4381111

地 址 河 南 省 开 封 市 270000

电 话 0371-4381111

黄 河 水 利 出 版 社

地 址 河 南 省 开 封 市 270000

电 话 0371-4381111

地 址 河 南 省 开 封 市 270000

电 话 0371-4381111

电 话 0371-4381111

前 言

水是生命之源,是社会发展和人类进步必不可少的自然资源,是生态环境系统中最活跃和影响最广泛的因素。随着人类进步和社会经济的迅速发展,水资源需求不断增长,供需矛盾日益突出,水资源危机日趋严重,已经严重影响了社会经济的的发展和人类生存。进入 20 世纪以来,随着世界人口的骤增和工农业及城市化的迅猛发展,用水量急剧增长,需水量激增与可用水量不断减少的矛盾已成为当今世界各国面临的重大问题之一,水资源研究已成为世界各国科学研究中的重大课题。1987 年世界环境与发展委员会在《我们共同的未来》中明确提出了“可持续发展”的概念;1992 年里约热内卢“联合国环境与发展大会”上,“可持续发展”得到了国际社会和各国政府高层的承诺。随着人们对社会进步、经济发展和环境改善问题认识的提高,走可持续发展之路已经得到了各行业和各部门的广泛认同。1992 年在爱尔兰召开的“国际水和环境大会——21 世纪的发展与展望”(ICWE),提出了水资源系统及可持续研究问题。

当今的水文地质、工程地质与环境地质工作,已经发生了一系列重大变化。工业革命以来,科技的迅猛发展使人类忘乎所以,妄想征服自然与主宰自然,以耗竭资源与损害生态环境为代价的、掠夺自然的发展道路,危及了人类的生存与发展,促使人类对自身行为进行反思,终于认识到,人与自然只有协调相处才能共存共荣。

以 1856 年达西定律的建立作为标志,水文地质学奠基至今还不到 150 年。第二次世界大战以来,随着生产力与科学技术的迅猛发展,以及人口的爆炸式增长,人类活动以空前的规模改造自然,资源大量消耗,生态环境急剧恶化。与此同时,水文地质学所要解决的问题愈来愈复杂,原有的概念、理论与方法愈来愈难以满足需求;水文地质学面临着巨大的挑战与良好的发展机遇。

水文地质学是研究地下水的科学。20 世纪 60 年代以来,水文地质学进入了快速发展时期,在研究主题上,大致可以 20 世纪 80 年代为分界线,此前侧重水流的研究,此后愈来愈重视水质。绝非巧合的是,20 世纪 80 年代以来,环境和可持续发展问题得到世界范围的重视。地下水是人类最主要的供水水源之一和全球水循环的重要环节,开发利用地下水、研究地下水、保护地下水自然就成为地球科学工作者永恒的主题。

当代水文地质学与相邻学科不断交叉融合,学科的界限愈来愈模糊,传统意义上纯粹的水文地质学正在消亡,由地质学和水文学结合形成的水文地质学,正在向地球系统科学的一个组成演变。随着核心课题转移与研究视野的扩展,水文地质学从以往的以单一学科处理单一问题的阶段进入了跨学科方式处理复杂课题的新阶段。

一个地区的水资源是难以分割的,撇开水资源系统的整体分析,孤立地研究其中的一个组成——地下水系统,是无法进行正确评价与科学管理的。在分析、处理与地下水密切相关的地质环境损害、地质灾害与生态退化时,需要涉及地球化学、物理学、生物学、微生物学、生态学、岩土力学、土壤学,以及相关的修复技术与处理技术等。在分析与水土有关

的各种地方性疾病时,水文地质学家不仅需要了解元素在水土中的迁移积聚规律,还需要了解元素的生物学功能以及有关的医学知识。从事城市地质工作的水文地质学家,需要对城市规划与管理有所了解。有效利用土壤水的研究是解决水资源短缺的重要途径,此时需要将地下水科学与农学、土壤学,乃至基因改良技术相结合。包括地下水在内的水循环及其所支撑的生态系统对全球变化的响应是当代水文地质学需要关注的课题。作为水循环组成以及生态系统支撑的地下水,可与地球各层圈(大气圈、水圈、生物圈、岩石圈、地幔、地核)以及人类活动构成的地球系统有着千丝万缕的联系,以地球科学系统理论为指导,推动水文地质学的发展是一个必然趋势。

地下水环境演化是国际水文地质、环境科学研究的前沿和热点领域,主要通过研究地下水化学特性的时空分布规律刻画地下水化学分区和各种水文地球化学过程,重建和预测地下水系统地球化学演化过程。因此,在大时间尺度上确定地下水化学演化的总体格局,研究处于不同地质条件下的地下水系统地球化学演化规律,进而科学认识天然过程和人为扰动对地下水环境的影响,合理解释各种水文地球化学现象(包括地下水化学异常、人为活动对水环境的影响等)是地下水环境演化研究的发展趋势。

工程地质学作为地质科学服务于工程建设的独立分支学科,始创于20世纪20年代。半个多世纪以来,伴随着工业化的发展,工程地质学从无到有,逐步发展,在广泛的实践中实现了为工程建设服务的价值。我国工程地质学家重视在广泛而深入实践的基础上总结经验,开展科学试验,在理论研究上不断创新,推出和发展了以地质学为基础和以地质学和工程相结合为基础的一系列理论和概念,形成了工程地质学的基础理论框架和从工程地质条件评价到工程地质作用的变化预测再到工程地质问题的决策与防治的完整学科体系。

人类利用地下水已有悠久的历史,随着抽水时间的延长、抽水量的增加,人们逐渐觉察到过量抽水引起地面沉降的一些迹象。但直到1924年,日本为研究1923年的关东地震后地壳变动而进行的重复精密水准测量才肯定了地面沉降与抽取地下水之间的关系。此后,世界许多国家的城市都陆续发现了这一问题,如意大利威尼斯、美国加利福尼亚圣华金(San Joaquin)谷地、中国上海、泰国曼谷等。

最初,由于地下水的取用量较少,地面沉降的速率和数量都不大,对过量开采地下水引起地面沉降的认识主要局限于现象的描述,而对沉降的形成机理、沉降量及沉降发展过程预测的研究基本没有开展。随着城市化、工业化的发展,对地下水的需求量急剧增加,在1950~1970年,地面沉降的发展达到了顶峰,如圣华金谷地的沉降量达到9 m,沉降的影响范围达到9 900 km²。地面沉降给人们的生产和生活造成了极大的不便,引起了各国政府和学者的重视,一方面努力控制地下水的抽水量,一方面积极开展地面沉降的研究,分别于1969年、1976年、1984年、1991年、1995年、2000年、2005年召开了7届地面沉降国际讨论会,进行了专门的交流和探讨。地面沉降模型是地面沉降研究的重要内容,我国的上海、天津均进行过有关地面沉降模型的研究。近年来,随着我国经济建设的发展,地下水的需求量激增,伴随着过量开采地下水引发地面沉降的地区日益增多,成为制约当地可持续发展的一个重要因素。因此,建立合理的数学模型,对地下水开采可能引起地面沉降的大小和分布作出预测,为制定合理的地下水开采规划提供可信的理

论依据是非常有意义的,也是迫切需要解决的一个问题。

软土工程作为一门实用性很强的技术工程,其工程实践的发展往往领先于理论上的探索,这一点已成为工程师和科研人员的共识。回顾软基加固的历史,我们可以清楚地看到:在持续不断的工程实践中,工程师对软土固结沉降本质的认识不断加深,而经验认识不断积累又升华成为理论,这些理论又成为指导工程实践的有力武器。目前与软土固结沉降预测研究有关的热点主要有软土沉降固结模型、机理及预测方法研究。

水-岩相互作用(Water-Rock Interaction,缩写为WRI)这个术语,是水文地球化学学科的奠基人之一苏联A. M. 奥弗琴尼柯夫在50年代末提出的。水-岩相互作用即水与岩石之间的物理、化学作用。

在地下水地球化学演化由定性研究到定量研究的发展过程中,水文地球化学模拟起到了重要的推动作用。水文地球化学模拟的研究对象为水-岩之间相互作用的地球化学过程,目前主要以化学热力学为理论基础。它可以定量模拟各种天然过程和人类活动影响下的水-岩相互作用,研究地下水系统在不同时间尺度上的演化过程;也可以模拟地下水中污染物的运移过程,分析地下水污染的产生原因与发展趋势(陈宗宇,1995)。水文地球化学模拟方法可分为物理模拟与计算机模拟两大类。其中,物理模拟通过实验条件来恢复现实水-岩反应系统中化学组分的迁移和转化,并可在不同的模拟条件下实现一系列特定的水-岩反应,以分析实际地下水化学组分的形成机理。近几十年来,人类活动强烈介入地下水化学组分的形成过程,地下水地球化学环境的研究渐趋复杂化,控制水-岩相互作用的因素也趋于多样化,物理模拟已经难以再现复杂的水-岩反应,于是基于计算机数值模型的水文地球化学模拟应运而生。自1962年Garrets等建立海水的离子缔合模型以来,水-岩相互作用的计算机模拟技术得到了迅速发展,已经先后出现了几十种模拟软件。

环境地质学正式作为一门学科产生于20世纪70年代,它随环境、系统科学的形成、发展而不断丰富自身的内容,是一门综合性很强的应用地质学。

地质环境是人类环境的一个组成部分,是指与人类的生存与发展有着紧密联系的地质条件。地震、滑坡、泥石流、地面沉降及地下水污染等现象在20世纪50年代、60年代曾被称为不良的水文地质、工程地质问题,是水文地质、工程地质人员在工程建设和地下水资源开发过程中经常遇到的。然而,随着理论的发展和人们对自然现象认识的不断深入,特别是环境科学的出现和环境保护呼声的日益强烈,使其与生态环境相结合。地质灾害不再只是被视为一种不良的工程现象受到各界关注,而是与人类环境相联系的一大类问题。虽然各种现象产生的背景条件、发生的机理各不相同,但它们都从客观系统、环境科学角度阐明了原理规律和演化过程。环境地质学主要研究两大方面的问题:一方面是地质环境中自然系统和自然过程对人类的意义和影响;另一方面是人类活动引起环境变化的地质学基础及其社会学问题。

美国、西欧国家自60年代末、70年代初就开始了以滑坡灾害为主体的地质灾害危险性区划研究。60年代末,美国西部多滑坡的加利福尼亚州的滑坡敏感性预测区划及县行政级别的斜坡土地使用立法研究;70年代初法国提出的斜坡地质灾害危险性分区系统(ZERMOS)等。进入80年代,世界大部分国家和地区都开始了区域地质灾害危险性分区

及预测问题的研究,如意大利、瑞士、美国、法国、澳大利亚、西班牙、新西兰、印度等。从 90 年代起,围绕国际减灾十年计划行动,北美及欧洲许多国家在原地质灾害危险性分区研究的基础上开展了地质灾害危险性与土地使用立法的风险评价研究,把原来单纯的地质灾害危险性研究拓展到了综合减灾效益方面的系统研究。由于 GIS 技术的空间分析、制图功能和可视化特点,GIS 技术在地质灾害区划研究方面正得到快速发展,以 GIS 软件为技术平台的地质灾害危险性、易损性和风险评价的系统研究则逐步成为本领域研究的发展方向,并有可能在不远的将来与网络技术相结合。

水环境污染已成为全球性问题,可以分为点源污染和非点源污染。有关非点源污染的定义,有多种提法。1972 年美国《联邦水污染控制法(修正案)》(The Water Pollution Control Act Amendment)对非点源作了如下解释:非点源是一种分散的污染源,其污染物的构成来自一个大范围或者大面积,故早期一些中文文献称非点源为面源,实质上非点源包括线源和面源。美国《水清洁法》(Clean Water Act,简称 CWA,1987 年)的第 502(14)条款中对点源进行了明确的规定,即任何可识别的、限定的和不连续的输送途径,包括但不限于管道、沟渠、集中养殖场、汽车或其他流动交通工具等,不包括农业暴雨及农业灌溉回水,并认为不符合以上点源定义的污染源,便是非点源。这是目前国际较为公认的说法。从上述定义可以看出,即使在美国点源与非点源的区分界定也不是十分清楚。由于非点源包括很多小的点源,所以美国科学家提出了扩散污染(diffuse pollution)的概念,既包括非点源也包括一部分特定点源。也有定义非点源是指由于土地利用活动产生溶解的或固体的污染物(地面的各种污染物质,如城市垃圾、农村家畜粪便、农田中的化肥、农药、重金属及其他有毒物或有机物),从非特定的地点随着降水产生的径流进入接纳水体产生的污染。本人认为以下定义比较准确:非点源污染是指由于人类活动引起溶解的或固体污染物从非特定的地域,在降水和径流冲刷作用下,通过径流过程而汇入接纳水体(如河流、湖泊、水库、海湾等)引起的水体污染。主要起源于土壤侵蚀、农药与化肥的施用、农村家畜粪便与垃圾、农田污水灌溉、城镇地表径流、林区地表径流和大气干湿沉降等污染源。

多年来,我撰写的论文包括与其他同志合作撰写的论文,共计 90 余篇,其中参加国际、国内会议进行交流的论文 20 余篇。书中选入了一些有代表性的论文。20 世纪 80 年代以来,我负责或参加完成了数十项部、省级生产和科学研究项目,研究的内容大体上包括水资源开发利用规划与评价,区域水文地质、工程地质、环境地质(简称水工环地质)评价,城镇工矿集中供水水源地供水水文地质勘探,重大工程的工程地质勘察评价,地质灾害防治工程勘察与设计,地质灾害防治工程施工与监理,重大建设工程的地质灾害危险性评估,地热资源勘察与评价等。大部分论文的内容在书中已有反映。通过对水工环地质领域的大量研究工作以及学习他人的研究成果,使我对水工环地质有了较清晰的认识。但是,从现代水工环地质的发展趋势来看,还有大量的工作可做。野外的调查、勘探、试验是认识地质规律的主要手段,但受到自然因素和人为因素的影响,所获取的资料中不可避免地存在系统误差和随机误差,如何取准野外第一手资料、减少误差,这是我们一直思考和研究的问题。经济社会发展要求正确处理资源、环境、工程三者之间的关系,全面协调可持续发展的科学发展观,给水工环地质工作提出了新的要求。水工环地质工作的目标

已经由局部性的问题转向全局性的课题;由当前的问题转向长期的可持续发展课题;由解决具体生产问题转向构建人与自然协调的、良性循环的地下水系统、水文系统、地质环境系统、地质工程系统和生态地质系统将是今后的一项具有挑战性的任务。这些是我多年来从事专业技术工作的一些体会,此次把这些成果和经验公开出版,其主要目的是与同行学习提高。

值此该书出版之际,我还想说明的是,本人之所以能取得这样一点成绩,主要是得到了我的父母亲及妻子徐雪凤同志无微不至的关怀和她对全部家庭生活的精心料理,使我能一心一意地投入工作。回首过去,在学习、生活、专业上都得到了老师、同事、同学们的支持和帮助,特别是我的博士研究生导师靳孟贵教授和共同攻读的师兄弟、师姐妹们曾给予我许多帮助;同时,在平常的工作中,也参考和引用了大量的同行的成果,在此向他们表示衷心的感谢并致以崇高的敬意。

作 者

2008 年 6 月

目 录

一、水资源与水文地质

水文地质研究现状与展望	(3)
洛阳市地下水位下降及防降对策研究	(7)
我国基岩地下水开发利用和研究现状	(13)
偃师市水资源开发潜力分析与可持续利用对策	(17)
郑州市中深层地下水集中开发研究	(21)
洛阳市水资源供需平衡与可持续利用对策研究	(26)
农村浅层地下水污染特征及防治对策	(32)
洛阳市浅层地下水硬度的灰色数列预测	(38)
洛阳市水资源现状及地下水动态分析预测	(44)
洛阳盆地地下水人工调控试验研究	(48)
三门峡库区上游黄河水与地下水转化量计算	(52)
黄河岸边浅层地下水开发利用研究	(57)
洛阳盆地地下水动力场环境演化研究	(61)
三门峡市地下水水质特征及机理初探	(65)
中牟县浅层地下水资源评价	(70)
开封凹陷区地下热水的化学特征	(80)
洛阳盆地地热资源形成条件与开发利用研究	(86)
开封凹陷区地热资源开发利用与保护	(91)
Visual Modflow 在郑州沿黄水源地地下水资源评价中的应用	(95)
洛阳龙门地热田形成条件与开发利用研究	(99)
新郑市浅层地下水流数值模拟及评价	(104)
黄河冲积扇平原(河南部分)地热资源开发保护研究	(110)
豫西龙涧泉岩溶水系统分析研究	(115)
包气带中污染物自净规律研究	(121)
Research on the Self-purification of Contamination in the Unsaturated Zone of LuoYang City	(128)
人类活动对洛阳盆地地下水环境的影响研究	(136)
三门峡水库低水位运行对岸边地下水环境的影响	(142)
三门峡地区地下热水资源开发利用现状及保护对策	(148)
洛阳市浅层孔隙地下水化学环境演化分析	(152)

二、工程地质

豫西东部黄土工程特性研究	(161)
河南省西部湿陷性黄土地基勘察与处理	(167)
万家寨水利枢纽区层间剪切带工程地质特征	(173)
地下水对栾川炉场沟尾矿坝稳定性影响分析	(177)
金盘洞水库库区渗漏及坝址选线分析	(182)
塘口水电站坝基岩体透水性和渗漏问题分析	(186)

三、环境地质

三门峡市地质灾害发育特征与防治对策研究	(193)
灵宝市大湖滑坡灾害特征及防治对策	(201)
黄河下游环境地质问题及其对堤防的影响	(204)
平顶山矿区地面塌陷灾害发展趋势及防治对策研究	(208)
开采地下水对黄河郑州段大堤稳定性的影响	(214)
平顶山矿区环境地质问题及防治对策	(216)
豫西黄河流域土壤侵蚀现状研究	(224)
小秦岭矿区泥石流灾害特征及其防治	(228)
国道连霍高速公路(河南段)地质灾害发育特征及治理原则	(231)
龙门石窟主要变形破坏原因及保护对策	(236)
豫西黄河流域土壤侵蚀环境特征研究	(240)

四、综合研究

水文地质、工程地质、环境地质研究现状与进展	(247)
-----------------------------	-------

一、水资源与水文地质

水文地质研究现状与展望

我国人民在 4 000 年前的龙山文化时期就已经凿井开发利用地下水了,但直到新中国成立前,从事水文地质工作的人员还极少,也没有什么设备,只能零星地进行一些地下水调查工作。新中国成立 40 多年来,水文地质事业得到了较大发展,全国已勘察的大中型水源地近 1 000 个,其中大型以上近 500 个,中型有 500 个左右,近 70% 的水源地已开采利用。据 20 世纪 80 年代初期对全国 180 余座大中城市统计,已有 60 余座城市开采利用地下水水源,40 余座城市地下水与地表水并用,完全采用地表水的城市有 30 座。目前,南方许多城镇,由于河水污染日趋严重,也转为开采地下水水源。

由于对地下水资源大量开发利用,又缺乏合理规划,某些地区过量开采地下水,已造成地下水位大幅度下降,出现了水源枯竭、水井报废、地面沉陷等危害。同时,由于工业“三废”的不合理排放,加之农田施用化肥、农药等因素,地下水已遭受到不同程度的污染,使原已不足的水资源更加紧张。

如何做到合理规划、开采、评价地下水资源已成为近几年来水文地质研究的重要课题。据不完全统计,从 1978 年以来,中国地质学会、中国建筑学会、中国水利学会、中国地理学会等部门先后组织召开了地下水资源概念和评价方法会议、全国地下水资源评价学术会议、西北干旱地区地下水资源学术讨论会、全国水文专业会议等。重点讨论了地下水资源的概念、分类、评价方法、开发利用及其他水文地质问题,并出版了相应的学术会议论文集。

基岩山区裂隙水与岩溶水的开发利用也日益受到重视。在全国性的岩溶水和裂隙水学术会议上,着重讨论了岩溶地区岩溶发育规律,岩溶水和裂隙水的运移机制及其评价方法。在环境地质方面,召开了全国性的环境水文地质经验交流会、水文地球化学学术讨论会、地质灾害研究与防治学术讨论会等。探讨了我国不同地区地下水污染现状、评价方法,地质灾害的成因、特征及防治措施,出版了相应的学术会议论文集。此外,还召开了地下水人工补给、地面沉降学术研讨会。所有这些不仅反映了我国水文地质研究的新方向,同时也可看出水文地质研究已进入一个新的发展阶段。

1 水文地质研究现状

从 20 世纪 50 年代起,地质部门就在全中国有计划地开展了 1:20 万区域水文地质普查,到目前为止,已出版了大量的 1:20 万分幅综合水文地质图和文字报告,此项工作仍在进行中。这些资料基本上反映了我国不同地区的地下水赋存条件,初步查明了地下水资源的分布概况,在此基础上,有关部门开展了农田供水、城镇供水、水资源区划等水资源评价工作,出版了各种文字报告和图件。

1.1 地下水资源的基本概念

对于地下水资源的基本概念,不同观点有各种不同的解释,其分类及有关的术语名称

也较混乱(见表1)。到目前为止,地下水资源分类还是个未完全解决的问题,有待进一步研究和完善。

表1 地下水资源分类沿革

序号	书刊名称	地下水资源分类	说明
①	H. A. 普洛特尼科夫分类(1959年)	天然储量、调节储量、静储量、开采储量	20世纪50年代引用
②	水文地质手册(1978年)	补给量、储存量、可开采量	
	供水水文地质手册(1983年)	补给量、储存量、允许开采量	
③	专门水文地质学(1981年)	天然资源、开采资源	杨成田等
④	供水水文地质学(1986年)	补给资源、储存资源、开采资源	武汉地质学院
⑤	供水水文地质勘察规范(1988年)	补给量、储存量、允许开采量	现行国家标准

地质部门把地下水资源分为天然资源和开采资源。前者是指天然条件下地下水各项补给量的总和或排泄量的总和;后者是指除上述天然补给量外,在一定的开采技术条件下,扩大(袭夺)的一部分补给量(激发补给资源)。例如,在傍河型水源地勘探中,激发河流补给往往是水文地质工作者关注的重要课题。

1.2 地下水资源计算与评价

在地下水资源计算和评价问题上,所采用的计算方法都以水均衡法为主,在评价水资源时,对有关参数(降水入渗系数、给水度、蒸发系数、导水系数等)的研究是一个关键性问题。为此,各部门都采用了不同的手段如非稳定流抽水试验、均衡试验场、室内试验、动态研究等,建立健全了地下水动态观测网点及试验基地,如河南郑州、商丘的均衡试验场等,都获得了大量的研究成果,在科研和生产工作中起到了积极的作用。因此,多年来为了合理地规划开采地下水资源,对“三水”转化进行了研究并取得了重要进展。

近10年来,由于应用数学和地下水动力学两门学科的互相渗透以及计算机技术(数值法)在资源计算中的推广和应用,大大丰富了原有水文地质学的内容,使资源计算从稳定流发展到非稳定流,从一般的均衡法、比拟法到解析法、数值法等。因而,不论在理论上还是在计算方法上都取得了重要的突破,数值法已被作为常规方法编入国家工程建设标准《供水水文地质勘察规范》(GBJ 27—88)并得到推广和普及。例如,在一些边界条件比较清楚、研究程度较高的地区,数值法(有限元、有限差)已经在水资源评价中得到普遍应用。据不完全统计,到目前为止,全国已有数百个水源地和水文地质单元建立了地下水模拟、预测模型,其中地下水优化管理模型有近百个。如利用三维有限元在郑州北郊水源地勘探中成功解决了地下水资源计算和评价中地下水三维流流动问题,取得了较好的效果。

在水质评价方面,尤其是针对水质污染问题,近年来加强了地下水污染机理的研究和城市地下水污染现状的调查研究。许多城市已开展了地下水环境质量评价,并由定性评价进入定量评价,由现状评价到预测趋势评价,由数理统计发展到建立数学模型。如北京、沈阳、长春、新乡、平顶山等城市都建立了数学管理模型,取得了很好的效果。

1.3 裂隙水和岩溶水的研究

近年来对裂隙水、岩溶水的研究从赋存规律、渗流理论到资源评价都有显著的进展。

地质力学、数理统计学等方法在裂隙水、岩溶水的研究中得到广泛应用,提出了网络学说和各种储水构造等新概念。通过室内模拟试验,提出了裂隙水的偏流理论。在岩溶地区,对地下暗河及岩溶大泉进行了大量的调查研究工作,如广西都安的地下河系、山西的岩溶大泉、山东济南的岩溶大泉等都投入了大量的研究工作,在陕西渭南北旱塬地区,也发现了具有开采价值的隐伏岩溶水。

1.4 地下水的人工补给

人工补给是扩大地下水资源的一个重要途径,亦是水文地质研究的一门重要分支学科。上海在采取人工回灌、防治地面沉降的基础上,进一步开展地下水储能技术的机理研究,建立了采灌条件下动态变化的数学模型,实行了冬灌夏用或夏灌冬用,发挥了地下水的储能作用。郑州市西部棉纺区采用冬灌夏用已取得了很好的经济效益和社会效益。洛阳市在引地表水回渗补给地下水方面也进行了试验研究,取得了一定的进展。

1.5 地热资源的研究

地热资源是一个重要的补充水资源。近几年来,我国对地下热水的分布及形成机理进行了比较深入的研究。如北京、天津、西安等地对地下热水进行了大量的调查研究,在工农业生产、生活及医疗等方面得到广泛应用;我省郑州、开封、漯河、新乡等城市,经过勘探也发现了热水资源,具有较好的开发前景。

1.6 同位素技术方法

同位素水文地质是水文地质学中以微观技术解决宏观问题的最典型范例。实际上就是通过示踪,测定水分子或水中某些化学物质的同位素组成或放射性的强弱分布、变化特征,以查明地下水的“来龙去脉”。世界发达国家早在 20 世纪 50 年代就开始把同位素技术用于解决水文地质问题,起初主要使用人工放射性同位素方法,60 年代以后发展到应用环境同位素方法。相比之下,我国到 80 年代才取得了一些实际的同位素水文地质应用成果。但近年来发展很快,全国很多大、中型水源地勘察及区域水文地质研究等都不同程度地应用了同位素技术。迄今,同位素技术在水文地质工作中的应用不仅能有效确定地下水的成因和补给排泄关系,测定地下水年龄、流向、流速、流量和水文地质参数,还能查明某些水化学组分的成因和污染物的来源。如河南省地矿厅水文地质二队在新密岩溶水资源评价及郑州北郊水源地勘探中运用同位素技术在查清地下水补排及年龄等方面都取得了较好的效果。

1.7 遥感技术的应用

遥感技术在我国水文地质工作中的应用亦得到了长足的发展,主要用于对水文地质条件的定性和宏观研究,如研究地下水的分布、埋藏深度;确定地下水的补给、径流、排泄地段;饱气带岩性及厚度;评价人为因素和自然因素对地下水动态的影响等。国家工程建设标准《供水水文地质勘察规范》(GBJ 27—88)对遥感影像资料的选用、判识与填图等作了具体的规定,大大推动了该技术在水文地质调查和普查阶段中的普及应用。我们在 1:20 万内乡幅进行水文地质普查中应用遥感图像解释技术填图取得了很好的效果。此外,近几年来遥感技术与地理信息系统结合形成的一体化技术在寻找地下水水源,编制水文地质电子信息图件等方面也取得了一定进展。

1.8 编图理论和方法

在水文地质编图方面,不同的部门出版了大量的水文地质图件和文字报告,如1:20万综合水文地质图、中国水文地质图集等,在国民经济建设中都起到了应有的作用。在编图理论和编图方法上,也逐渐形成我国自创的一套理论体系。出版了水文地质编图方法与图式、图例和有关的水文地质普查、勘察规范以及大量的会议论文汇编、专著、工具书等。所有这些,对推动我国水文地质科学的发展,都发挥了积极的作用。

此外,在地方病与地质环境、航空物探找水方面,理论上和技术上也取得了重要突破。

2 今后发展趋势

随着我国改革开放政策的实施,同国际水文地质界的学术交流也得以加强,根据水文地质研究现状,联系实际情况对今后的工作方向提出如下意见:

(1)区域水文地质研究方面:在已积累大量实际资料的基础上,做好对资料的二次开发,编制相应成果,以供生产部门应用。

(2)地下水资源评价方面:在地表水、地下水综合考虑的原则下,按照地下水系统进行评价。

(3)在地下水动力学与计算技术方面:要加强基本理论的研究,研究建立在各种复杂条件下的水文地质模型及其相对应的数学模型,研究建立水文地质数据库及相应的储存系统,运用计算机技术进行地下水评价、预测、预报等。

(4)对环境水文地质问题的研究、人工补给的理论和方法的研究、遥感技术、同位素技术的应用、裂隙水和岩溶水的研究以及目前所存在的城市供水不足、地面沉降、海水入侵、水质污染等各种复杂的水文地质问题都是水文地质工作者当前或将来所面临的重要研究课题。

(5)根据现代水文地质专业发展的系统性、网络性和综合性特点,现职水文地质人员应在继承和发展传统水文地质理论和方法的基础上,尽快了解和掌握给排水工程、环境工程、计算机、自动化控制以及经济学、管理学、运筹学和法学等方面的专业知识,不断学习新技术、新理论,掌握新方法,以提高对专业发展的适应能力。要从思想上转变传统的专业或行业观念,认清水文地质工作目前所面临的形势,用发展的眼光来审视专业进步,将专业的主要任务从单纯的勘察找水中解脱出来,转移到如何促进地下水资源的可持续开发和利用上。

本文与葛雁合作,发表于1999年第3期《河南地质》。

洛阳市地下水位下降及防降对策研究

洛阳市是我国历史文化名城,重要的铁路交通枢纽。随着国民经济的不断发展,对地下水的需求量与日俱增。目前,洛阳市以地下水为主要饮用水源,约占总供水量的98.5%,地下水水位持续下降已是洛阳市主要的环境水文地质问题,并诱发了诸如地面沉降等环境地质问题。

1 水文地质概述

洛阳市区地处洛阳盆地西端,据洛₁孔资料,第四系松散层厚230余m。目前,城市供水主要开采100m以浅的第四系孔隙水;沿城市边缘已开采300m以浅的第四系孔隙水,这部分主要是农业开采。依据含水层的组合特征及埋藏条件等可划分为两个含水层组。

1.1 浅层含水层组

浅层含水层组指埋藏在100m以浅的松散岩类孔隙潜水。含水层由上更新世及全新世组成,岩性为砂、砂砾石、卵石,厚度6~60m不等,主要接受地表水入渗和大气降水的补给。地下水位变化周期与降水变化周期明显一致,潜水位变化对降水的反应十分敏感,每次降水量只要大于10mm,过2~8h后潜水位立即上升,年变幅一般在1~2.5m,单井出水量大于5000m³/d(降深按5m计算)。该层是区内目前工农业用水的主要开采层。

1.2 中深层含水层组

中深层含水层组指埋藏在100~350m的松散岩类孔隙承压水,局部为层间潜水,主要由下更新世、上第三系组成,岩性为砂、砂砾石、中细砂、粉细砂等,单层厚度1.5~15m,含水层总厚度20~90m。水位埋深一般6~90m,最深达100余m。承压水头与20世纪60年代初相比下降40~90m不等。补给来源主要来自邻区承压含水系统的地下径流,少量来自上覆黄土孔隙裂隙水的补给。人工开采是主要排泄途径。

2 地下水变化特征及趋势

2.1 浅层地下水位变化特征及趋势

洛阳市用水历年来以开采浅层地下水为主,1997年市区地下水开采量已达21980.83万m³/a(不包括农业开采量)。市区供水主要靠偏居市区西部的张庄、临涧、洛南、后李、王府庄、白马寺及东部的五里堡、李楼等8个水源地,1997年平均日供水量达42.80万m³,最高日供水量为49.70万m³,用水高峰时已显供水能力不足。新建的东郊水源地设计供水能力4万m³/d;陆浑水库引水工程设计引水量24万m³/d,均未完全投入运行。1957年以来,由于长期大量开采地下水,使区域地下水位比大规模开采前大幅度下降,如张庄、临涧水源地水位下降13.26m和14.31m(见表1),最早施工的部分生产井甚至出现吊泵停采现象。据1984~1998年历年地下长期观测资料,浅层地下水动态年内变化随季节变化明显,变幅2.1~10.65m,从多年动态变化特征看,水位呈逐年下降趋势,降幅

在3.37~6.61 m不等(见表2)。由于全市地下水开采量逐年增大,1984年为2.04亿 m^3 ,1990年为2.82亿 m^3 ,1997年为3.12亿 m^3 (均包括农业开采量),只有个别年份水位埋深有所变小,如1996年属丰水年,全市地下水位普遍回升0.01~2.10 m,多年水位变化的总趋势处于下降状态(见图1)。

表1 洛阳市浅层地下水位下降情况

编号	开采前水位		开采后水位		降幅(m)
	埋深(m)	时间(年-月)	埋深(m)	时间(年-月)	
后李2 [#]	19.95	1954	25.80	1997-05	5.85
王府庄8 [#]	15.41	1955	23.04	1997-05	7.63
张庄9 [#]	5.90	1956-12	19.16	1997-05	13.26
临涧10 [#]	11.48	1956	25.79	1997-05	14.31
洛南18 [#]	8.20	1973-11	14.40	1997-05	6.20
五里堡5 [#]	9.00	1971-01	17.39	1997-05	8.39
李楼	2.00	1961-05	6.38	1997-05	4.38
白马寺	5.15	1961-05	8.00	1997-05	2.85

表2 洛阳市地下水位降幅统计

位置	孔号	水位埋深(m)		降幅(m)	说明
		1998年5月	1984年5月		
人造板厂	L17	19.24	14.22	5.02	洛河北岸
张庄	L31	21.39	15.67	5.72	洛河北岸
外语学院	L63	23.97	20.60	3.37	涧河河谷
焦屯	L46	16.17	9.56	6.61	伊、洛河间地块
孙村	L2	11.77	8.30	3.47	洛河北岸
聂湾	L50	13.76	9.66	4.10	伊、洛河间地块

2.2 中深层地下水动态特征及变化趋势

洛阳市中深层承压含水系统开采井主要分布在周边丘陵区 and 洛河北岸二级阶地及位屯—李屯以西的平原区。自20世纪60年代以来,因开采水井的不断增加,开采量亦逐渐增大,中深层水位有所下降。现根据含水层岩性及补给、排泄条件的不同分区述之。

邙山丘陵区:据60年代末到70年代初水位观测资料,中深层水水位高于顶板,具承压性,埋深30 m左右,到1984年,水位埋深下降至40~90 m不等,到1997年,水位埋深已大于100 m。上部含水层已由承压状态转为无压、微压状态,普遍存在层间潜水。

小秦岭区:据70年代初期资料,水位埋深20~30余m,到1984年已降至70余m,到目前已降至100 m。

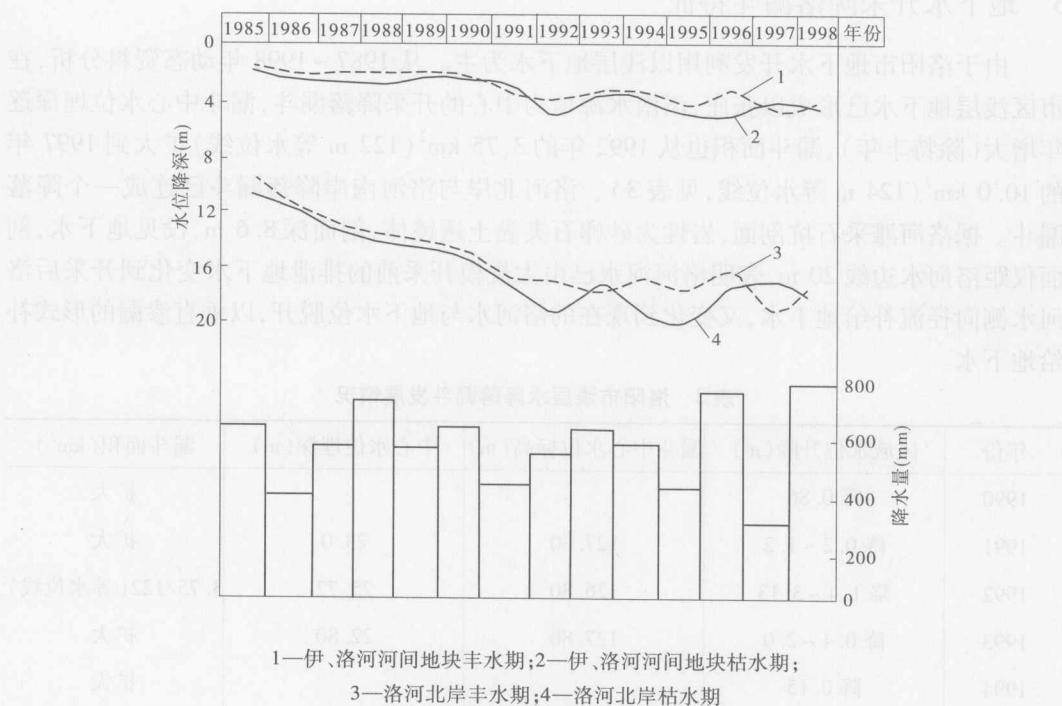


图1 洛阳市地下水水位变化曲线

龙门丘陵区:据区内 1974 年钻井资料,水位埋深 2.82 m,到 1984 年降至 40~70 m,到 1997 年降至 90 m 左右。

总之,在丘陵承压水区,由于大量开采,水位不断下降,已使上部承压含水层转变为无压或微压状态。

涧西冲洪积平原区:承压含水系统在 50 年代末,水位埋深 3~12.2 m(自喷泉水头高)。由于大量开采,水位降低,目前水位埋深达 30 m 以深。

位于位屯—李屯以西的洛河冲积平原区,承压水位在 1984 年仍高出地面 1.3 m,可到目前,自流孔全部消失,水头下降到地面以下数十米。位屯—李屯以东的伊洛河冲积平原区承压含水系统开采规模很小,当地主要开采丰富的浅层潜水。但据邻区偃师境内少数中深层钻孔资料,水位比建井时均有所下降,年降幅 0.5~1.0 m。

承压含水系统的水位动态变化与降水补给有关,但反应迟缓。从多年动态资料分析,承压水位在每年 9 月开始上升,12 月~翌年 3 月为维持高水位期,4 月开始下降,至 6~8 月达低值,年变幅 2~3 m;其变化周期与降水周期相比,水位上升期较雨期滞后 2~3 个月;水位下降期较非雨期滞后 5 个月左右。另外,承压水位高峰值与年降水量的大小亦有关,丰水年水位高于枯水年水位。这些动态特征说明,承压含水系统间接地受到大气降水补给,故水位变化周期滞后于降水周期。

1984~1998 年,中深层水开采量逐年增大,1984 年为 14 894.4 万 m^3 ,1997 年为 21 980.83 万 m^3 。由于大量开采,全区中深层地下水位一直处于下降状态。