

# 焦作市孟县城区 地下水资源研究与管理

苏养平 徐启昆 潘宏雨  
贾尚星 杜江 等著  
刘恒仁 王小军

河南科学技术出版社

# 焦作市孟县城区 地下水资源研究与管理

苏养平 徐启昆 潘宏雨  
贾尚星 杜江 等著  
刘恒仁 王小军

河南科学技术出版社

(豫)新登字02

焦作市孟县城区  
地下水资源研究与管理

苏养平 徐启昆 潘宏雨 贾尚星 杜江  
刘恒仁 王小军 著  
责任编辑 赵中胜

---

河南科学技术出版社出版发行  
解放军测绘学院教学实习工厂印刷  
787×1092毫米16开本 13.75印张 277千字  
1992年5月第1版 1992年5月第1次印刷  
印数：1—200册  
ISBN 7-5349-1072-2/T·221

---

定价：85.00元

# 序

水是人们生活及从事生产不可缺少的宝贵资源。地下水由于水质好、分布广、供水延续时间长,是很可贵的供水水源。在干旱和半干旱地区,有时是唯一的水源。

人们赖以生存的地球,总水量约136,000万 $\text{km}^3$ ,其中97.2%分布于海洋中,约132,000万 $\text{km}^3$ 。陆地地表水(包括江、河、湖沼及冰川)约2,943万 $\text{km}^3$ 。地下水约840.7万 $\text{km}^3$ ,其中约有50%分布于地面以下1 km范围内的岩石空隙中。能供人类利用的淡水仅为地下总水量的0.3%,可见地下水淡水资源是极其有限的,绝不是“取之不尽,用之不竭”的。

我国自建国以来,对水的需求发生了很大的变化。首先,随着人口增加、生活水平的提高,对生活用水的需求量明显增长。其次,农业的稳产高产,需要水的保证。第三,随着工业迅速发展,用水量剧增,几乎任何一种工业产品,无不需耗用一定水量。由于各方面用水急剧增长,以地下水作为主要供水水源的地区,已经深感水源不足,供水紧迫。对地下水资源进行科学管理,已是迫在眉睫的问题。为使有限的地下水资源既能不断满足社会经济发展必需增加的水量,又不恶化环境,使生态趋于平衡,我们各地城市建设部门要会同有关水文地质部门在查明地下水分布与形成规律的基础上,科学地进行地下水资源评价及其开发规划与管理。

不少城市长期过量开采地下水,造成地下水位急剧下降,大批水井报废、地面下沉、海水倒灌、房屋裂缝、管道断裂,而且严重破坏了自然环境和生态平衡。另外,水的短缺又是困扰人们的一个严重问题,部分居民吃上了“夜来水”,少数工厂与居民发生了争水现象。其严重性甚至比能源还要紧张,已经成为影响安定团结、制约经济发展的重要因素。对于这个问题我们绝对不能掉以轻心,各级领导部门,要从战略高度来认识,应该把计划用水、节约用水、治理污水和开发新水源地放在重要位置上。考虑“八五”计划时,要认真研究水的问题。人无远虑必有近忧,应该未雨绸缪。

现在郑州地质学校和孟县地下水资源管理办公室共同完成的《焦作市孟县城区地下水资源研究与管理》,是一份很优秀的科研成果。对地质结构复杂,影响因素较多的地下水系统,运用现代科学方法,对浅层地下水开采量和开采方案进行了优化,为地下水资源管理提供了科学依据。这方面的研究,很值得其它地方借鉴。在此以示良愿,希望这项成果尽快地转化为生产力,发挥它的经济效益、社会效益和环境效益。

刘 源

1992.1.15.

# 目 录

|                    |         |
|--------------------|---------|
| 前 言                | ( 1 )   |
| 第一章 自然条件           | ( 7 )   |
| 第一节 自然地理           | ( 7 )   |
| 一、气候               | ( 7 )   |
| 二、水文               | ( 10 )  |
| 第二节 地质地貌           | ( 10 )  |
| 一、地质               | ( 10 )  |
| 二、地貌               | ( 18 )  |
| 第二章 水文地质条件         | ( 20 )  |
| 第一节 浅层地下水          | ( 20 )  |
| 一、含水层(组)特征及富水性分区   | ( 20 )  |
| 二、浅层地下水的补给、径流和排泄条件 | ( 22 )  |
| 三、浅层地下水的动态         | ( 26 )  |
| 第二节 中深层地下水         | ( 71 )  |
| 第三章 地下水水质          | ( 72 )  |
| 第一节 地下水水质特征        | ( 72 )  |
| 一、重碳酸钙镁水           | ( 73 )  |
| 二、重碳酸钙钠水           | ( 73 )  |
| 三、重碳酸硫酸钙镁水         | ( 73 )  |
| 四、氯化物重碳酸钙镁水        | ( 73 )  |
| 第二节 地下水水质评价        | ( 74 )  |
| 一、饮用水水质评价          | ( 74 )  |
| 二、工业用水水质评价         | ( 83 )  |
| 三、农业用水水质评价         | ( 90 )  |
| 第三节 地下水污染现状        | ( 103 ) |
| 一、评价因子与评价方法        | ( 103 ) |
| 二、地下水污染现状          | ( 106 ) |
| 三、污染源及污染途径         | ( 111 ) |
| 第四节 地下水污染的防治意见     | ( 114 ) |
| 一、地下水水质保护分区        | ( 114 ) |

|                         |         |
|-------------------------|---------|
| 二、地下水水质动态监测·····        | ( 115 ) |
| 三、综合治理地下水污染的措施·····     | ( 118 ) |
| 第四章 地下水资源量评价·····       | ( 126 ) |
| 第一节 水均衡法计算浅层地下水资源量····· | ( 126 ) |
| 一、水均衡计算数学模型·····        | ( 126 ) |
| 二、浅层含水系统补给资源量·····      | ( 127 ) |
| 三、浅层含水系统排泄量·····        | ( 143 ) |
| 四、均衡计算结果·····           | ( 145 ) |
| 第二节 数值法计算浅层地下水资源量·····  | ( 149 ) |
| 一、水文地质概念模型的建立·····      | ( 149 ) |
| 二、数学模型的建立·····          | ( 151 ) |
| 三、数学模型的有限单元计算·····      | ( 151 ) |
| 四、需水总量预测·····           | ( 166 ) |
| 五、模型运转——地下水位预报·····     | ( 167 ) |
| 第五章 地下水资源管理·····        | ( 182 ) |
| 第一节 浅层地下水开采量最优化计算·····  | ( 182 ) |
| 一、非线性规划模型的建立·····       | ( 182 ) |
| 二、参数确定·····             | ( 183 ) |
| 三、开采量优化计算·····          | ( 184 ) |
| 第二节 水资源开采的优化方案·····     | ( 185 ) |
| 一、目前及计划可能开发的供水水源·····   | ( 185 ) |
| 二、水资源开采方案·····          | ( 187 ) |
| 三、线性规划模型的建立·····        | ( 187 ) |
| 四、开采方案对比·····           | ( 190 ) |
| 第六章 地下水资源管理决策的实施·····   | ( 194 ) |
| 第一节 地下水资源的开采规划·····     | ( 194 ) |
| 一、地下水资源开采利用现状·····      | ( 194 ) |
| 二、地下水资源开采规划·····        | ( 195 ) |
| 三、管理决策实施后的经济效益·····     | ( 199 ) |
| 第二节 集中供水水源地的开发与保护·····  | ( 199 ) |
| 一、集中供水水源地的选择·····       | ( 199 ) |
| 二、集中供水水源地的开发·····       | ( 202 ) |
| 三、水源地的保护·····           | ( 203 ) |
| 结论与建议·····              | ( 204 ) |
| 一、结论·····               | ( 204 ) |

二、建议..... ( 205 )

主要参考文献..... ( 206 )

# 前 言

孟县位于河南省西北部，属焦作市管辖。孟县城区面积  $6-7\text{km}^2$ ，人口2.27万，是全县人民政治、经济、文化、科技、交通的中心，是农副产品交流的集散地。长期以来城区各种用水全部取之地下，地下水是唯一的供水水源。近些年来，随着工农业的迅速发展，对地下水资源的需求量日益增长，到1990年已有工业开采井79眼，农业开采井412眼，年开采量达2709.31万 $\text{m}^3$ 。多年来，由于盲目布井，过量开采，缺乏科学管理，已导致地下水位持续下降，形成区域降落漏斗，且漏斗范围还在不断扩大。目前降落漏斗面积达 $26.3\text{km}^2$ ，漏斗中心水位埋深达30m，不少机井报废，出水量减少，地下水水质局部受到污染，供需矛盾日益突出，新建的自来水厂也难以维持供水现状。工业用水与周围居民用水相争现象相继出现。地下水资源已经影响到了城区的工农业生产、城市建设、人民生活和经济的发展。孟县城“到处都有水”的时刻已经成了过去，地下水资源已开始出现紧张。为了合理、科学地开发利用地下水资源，进一步搞好县城规划，以满足城区工农业生产及生活用水之需，孟县人民政府委托地下水资源管理办公室与郑州地质学校协商，由郑州地质学校和孟县地下水资源管理办公室合作进行《焦作市孟县城区地下水资源研究与管理》科研项目，来解决上述问题。

此项工作比例尺为1:10000，按详勘阶段进行工作。根据双方协议要求，工作区范围为县城的各厂矿企业所在区，面积约 $6-7\text{km}^2$ 。考虑到水文地质条件的整体性与系统性，将不规则的工作区范围取成规则的工作区范围，实际工作区面积为 $33.15\text{km}^2$ ，大大超过了协议书的要求。主要任务是：

1. 查明地貌条件、地层岩性及地质构造；
2. 查明含水层数目及其岩性结构、埋藏条件、分布规律，以及地下水补给、径流、排泄条件；
3. 查明地下水的动态特征及其变化规律，以及地下水区域降落漏斗的演变规律；
4. 查明地下水的化学特征，对水质进行定量评价；
5. 调查地表水、地下水污染现状，查明其污染源，对地下水污染现状进行定量评价；
6. 查明地下水的富水程度及富水规律，对地下水资源量进行定量评价；
7. 寻找集中供水的最佳地段（水源地），确定主要开采层位。研究范围主要为县城规划区，包括城关镇、城关乡，还有蟒村乡、西化工乡、西魏村乡、东



小仇乡的一部分。东自柠檬酸厂，西至电厂，南自黄河大堤，北至孟县一中。地理座标东经 $112^{\circ}43'00''$ — $112^{\circ}48'26''$ ，北纬 $34^{\circ}52'55''$ — $34^{\circ}54'54''$ 之间。东西长8.10km，南北宽4.52km。区内交通方便，除纵横交错、四通八达的公路外，还有通往邻县的地方铁路。东北61km到焦作市，122km到新乡市，西南54km左右到洛阳市（图0—1）。

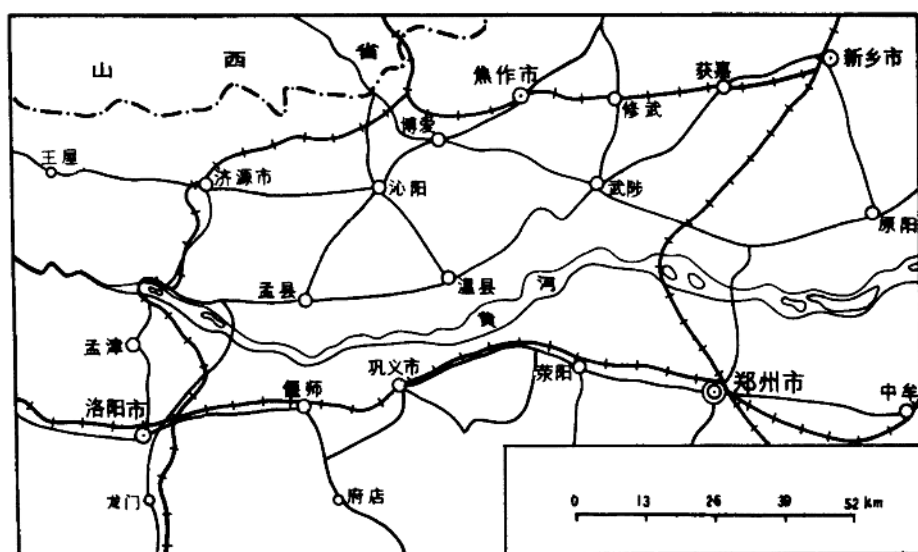


图0—1 交通位置图

本研究项目根据《城市供水水文地质勘察规范》(CJJ16—88)中1:10000 水文地质测绘工作量定额安排工作，工作起止时间为1990年10月至1991年11月。在野外期间，我们进行了地质、地貌、水文地质条件的调查研究，非稳定流和稳定流方法的抽水试验，包气带岩性的透水性试验，地下水位统调，地下水开采量统调，地下水动态观测，污染源及污染途径调查，水质分析等。在室内期间，对野外收集到的大量资料，进行了系统全面的分析整理，采用先进方法对地下水的质和量进行了评价，并且提出了地下水资源优化管理模型（表0—1、图0—2）。经过一年多的精心工作，圆满地完成了该项目的科研工作，达到了规范及协议要求。

本项目主要成果有：

1. 查清了研究区的地质、地貌、水文地质条件及含水层的空间展布规律；
2. 对含水层的富水性进行了划分，确定了最佳取水地段，并对集中供水水源合理开发与管理进行了研究；
3. 查清了浅层地下水的补给、径流、排泄条件和水位动态变化规律。取得水文地质参数和水文参数296个。以完整的地下水补给、径流、排泄系统建立了水文地质概念模型和数学模型；

表 0-1

工 作 量 统 计 表

|      |                         |         |         |          |          |          |         |         |             |    |       |
|------|-------------------------|---------|---------|----------|----------|----------|---------|---------|-------------|----|-------|
| 地面测绘 | 测绘面积 (km <sup>2</sup> ) |         |         |          | 33.15    | 抽水试验     | 非稳定流    | 稳 定 流   | 抽水井数 (眼)    |    | 37    |
|      | 地质地貌点 (个)               |         |         |          | 149      |          |         |         | 抽水时间 (min)  |    | 10917 |
|      | 水文地质点 (个)               |         |         |          | 435      |          |         |         | 抽水试验曲线 (条)  |    | 111   |
|      | 农业开采量调查点 (个)            |         |         |          | 435      |          |         |         | 求水文地质参数(个)  |    | 296   |
|      | 水位统调点 (个)               |         |         |          | 353      |          |         |         | 入 渗 试 验 (个) |    |       |
| 勘探   | 收 集                     | 深井 (眼)  |         |          |          | 3        | 长期观测    | 地下水位    | 长观井数 (个)    |    | 16    |
|      |                         | 浅井 (眼)  |         |          |          | 87       |         |         | 观测时间 (年)    |    | 1—19  |
| 水质分析 | 地下水                     | 实 测     | 筒分析 (个) | 浅井       | 23       | 地下水质     |         |         | 观测数据 (个)    |    | 10260 |
|      |                         |         | 深井      | 2        | 长观井数 (个) |          |         | 1       |             |    |       |
|      |                         |         |         | 全分析 (个)  | 浅井       |          |         | 23      | 观测时间 (年)    |    | 12    |
|      |                         |         | 深井      | 2        | 观测数据 (个) |          |         | 132     |             |    |       |
|      |                         | 细 菌 (个) |         | 浅井       | 23       | 电 算 (h)  |         |         | 200         |    |       |
|      |                         |         | 深井      | 2        | 最终成果     | 文 字 (万字) |         |         | 10          |    |       |
|      | 收 集                     | 全分析 (个) |         |          |          | 9        | 图 件     | 平面图 (幅) |             | 32 |       |
|      |                         | 污水      | 实 测     | 排污渠 (个)  |          |          |         | 2       | 剖面图 (条)     |    | 3     |
|      | 收 集                     |         |         | 企业废水 (个) |          |          |         | 17      | 插 图 (个)     |    | 20    |
|      |                         |         | 排污渠 (个) |          |          | 1        | 表 格 (份) |         |             | 58 |       |

4. 查清了地下水的水化学特征,对生活用水、工业用水、农业用水水质给以科学评价。用模糊数学综合评判法、综合指数法对地下水水质、地下水污染现状进行了如实评价,并对地下水污染的防治措施进行了科学分析,提出了对地下水资源保护的意见;

5. 对多年地下水位动态资料进行了系统分析和计算,确定出了不同地貌单元上的年有效降水量、汛降水量和次降水量的入渗系数。采用灰色系统GM(1,1)模型找出了不同降水量、不同地下水位埋深与入渗系数的函数关系,准确地计算了降水入渗补给量;

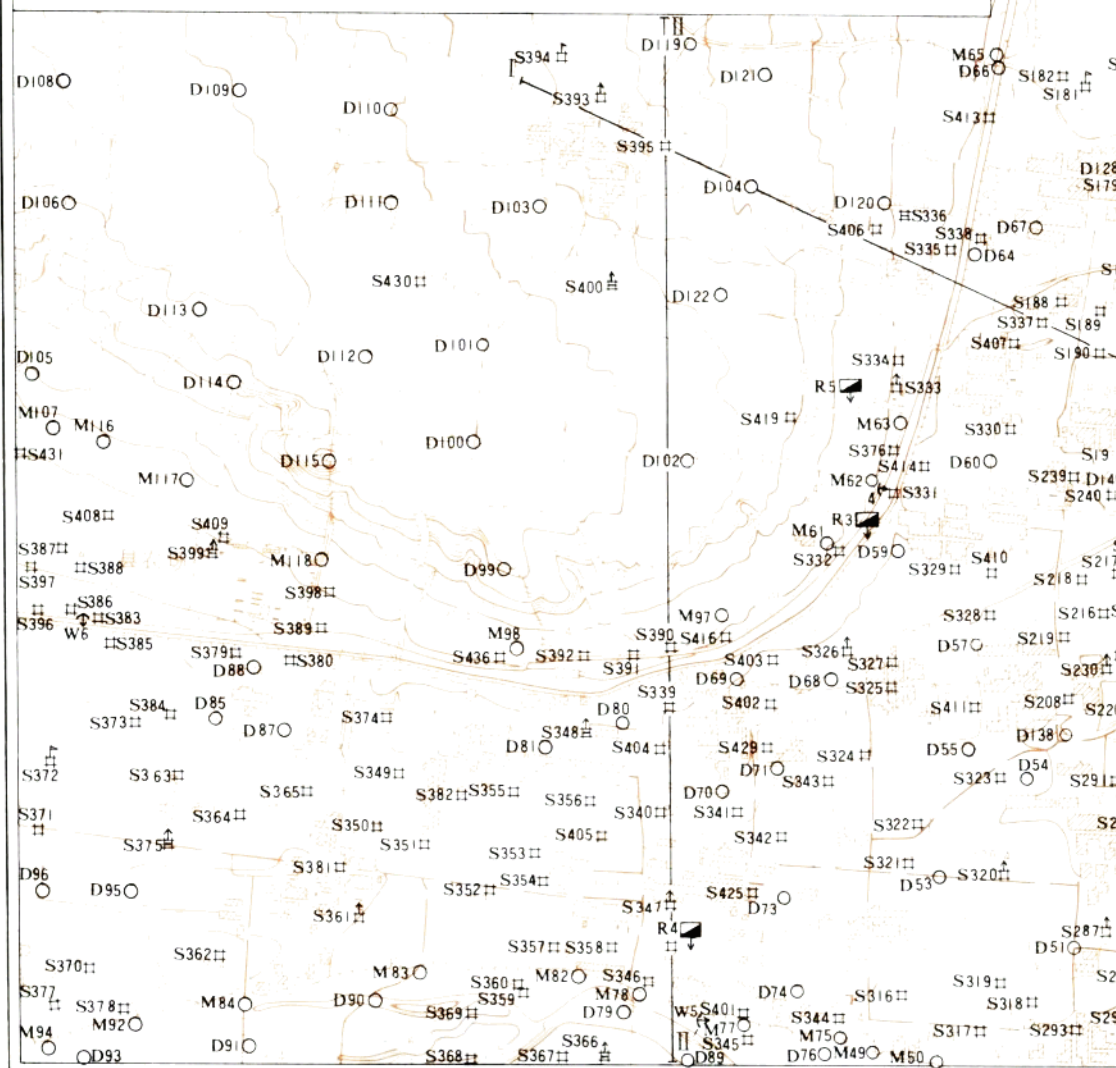
6. 运用“三水”(大气降水、地表水和地下水)相互联系、相互转化的观点,对浅层地下水资源量采用了水均衡法与数值法中的有限单元法对地下水资源量进行了评价。数值法计算中,在正确概化水文地质概念模型的基础上,对人为第二类边界采用了“滚动式”和加缓冲带相结合处理方法,对2000年地下水位进行了预测;

7. 建立了该区浅层地下水最优化开采量非线性规划数学模型。通过多元函数非线性“寻优”,找出了漏斗区最优开采量。最后通过2000年供需平衡分析,论证了该区可能开发利用的各种水源及其允许开采量,并对提出的多种供水方案建立了线性规划管理模型,通过计算对比找出了最佳供水方案。

# 焦作市孟县城区地下水资源研究与管理

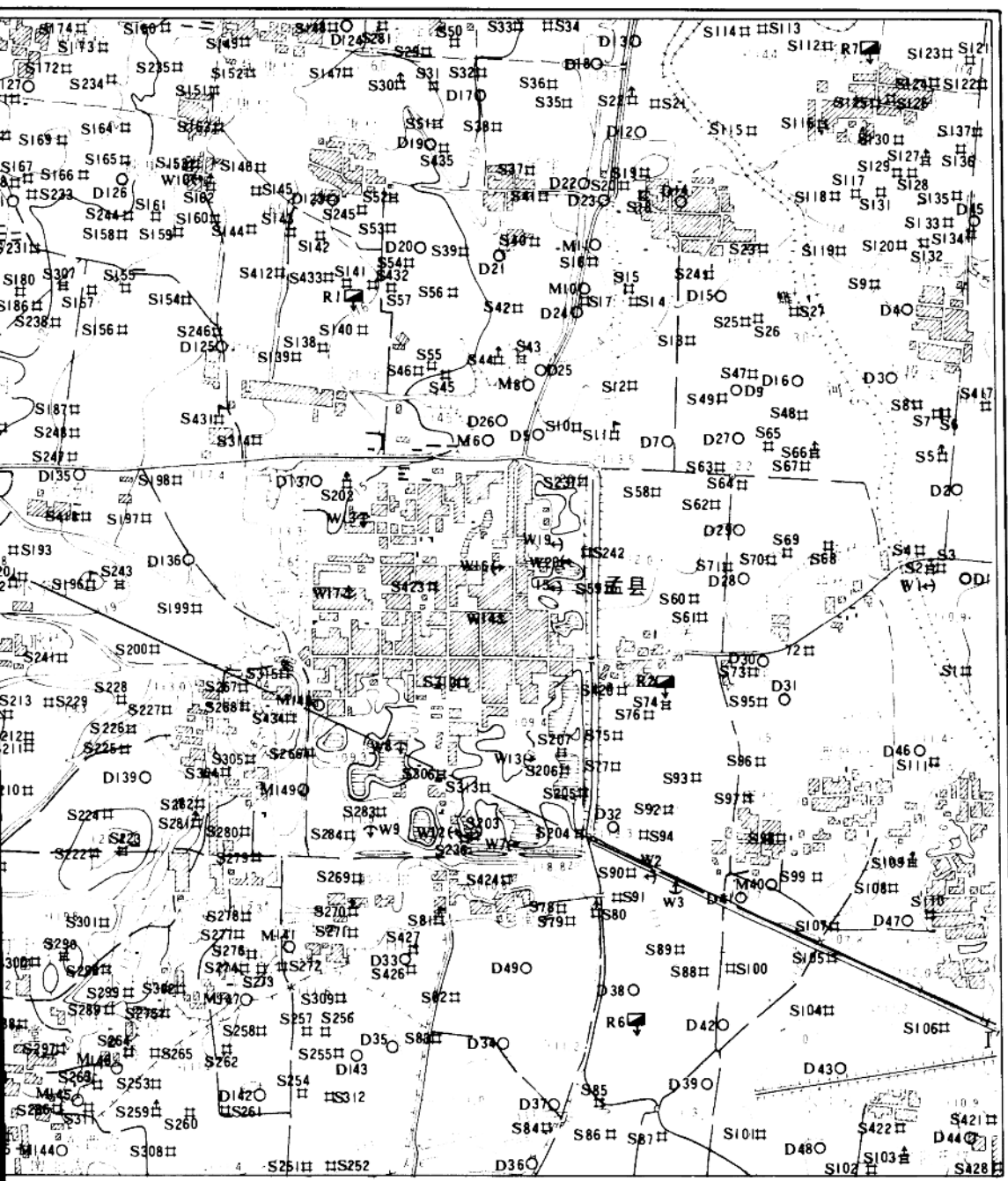
## 实 际 材 料 图

比例尺 1:25000



图例

|              |              |            |
|--------------|--------------|------------|
| S9□ 水井及编号    | S175▲ 长观井及编号 | D4○ 地质点及编号 |
| S140▲ 抽水井及编号 | W6↔ 废水排放口及编号 | M9○ 地貌点及编号 |
| S2H 取水样井及编号  | R1▼ 渗水试验点及编号 | 1— 水文地质剖面线 |



|    |     |      |     |
|----|-----|------|-----|
| 拟编 | 吴奇  | 图号   | 0-2 |
| 审核 | 苏养平 | 课题负责 | 苏养平 |
| 清绘 | 阎玉秋 | 单位负责 | 夏国治 |

根据目前收集到的资料，前人专门为城区进行的地质、水文地质方面的工作几乎是一个空白。只有河南省地质局，1965年提交的1:20万洛阳幅（I—49—XI）地质图说明书和1985年12月提交的1:20万洛阳幅（I—49—II）区域水文地质普查报告略有提及。另外，多年来地矿系统、石油系统的专业队伍来区内或区附近施工过钻孔。孟县水利局打井队也施工了大量机井，这些都为本次研究提供了一定的基础资料。

本科研项目由郑州地质学校和孟县地下水资源管理办公室承担。徐启昆、刘恒仁任领导小组组长，苏养平为项目负责人。项目参加人员有苏养平、徐启昆、潘宏雨、贾尚星、杜江、刘恒仁、王小军、吴奇、许国柱、陈宇、李甲征、张法云等。

本研究报告由苏养平主持并执笔前言、第三章、第六章、结论与建议。贾尚星执笔第一章。徐启昆执笔第二章。潘宏雨执笔第四章。潘宏雨、王小军执笔第五章。报告中的电算由王小军、潘宏雨上机实现。徐启昆、许国柱、杜江、刘恒仁对报告进行了审阅，并提出了不少修改意见，最后全部由苏养平统编定稿。

河南省城乡建设环境保护厅于1991年11月21日在郑州市友谊宾馆组织了国内有关专家、教授对本科研成果进行了鉴定。鉴定证书（编号91豫建科鉴字17号）见附录。鉴定认为：“研究报告结构严谨，层次清晰，文图并茂，内容丰富，资料翔实，方法先进，结论正确，方案可行。尤其对地下水优化开采管理模型的研究，在理论和应用上都有创见，具有广泛的实用价值。付诸实施，必将取得重大的经济、社会和环境效益。据此研究成果，从理论水平上、方法先进上和实用价值上，都是一份相当优秀的科研成果，具有国内同类研究成果的领先水平”。

本科研项目是在郑州地质学校和孟县人民政府领导的支持下进行的，并对工作提供了很多方便。在收集资料的过程中，曾得到县环保局、县气象局、县水利局、郑州市自来水公司中心化验室、温县防疫站、省水利厅、新乡市水利局、省地矿厅水文地质一、二队、黄河水利委员会等单位的大力支持和帮助。我们在此深表谢意。

# 第一章 自然条件

## 第一节 自然地理

### 一、气候

研究区地处内陆，为大陆性季风气候，属暖温带半湿润半干旱气候区。具有“春季干旱风沙多，夏季炎热雨丰沛，秋季晴朗日照长，冬季寒冷雨雪少”的特点。据孟县气象局资料统计（图1—1、图1—2），历年气象要素特征如下：

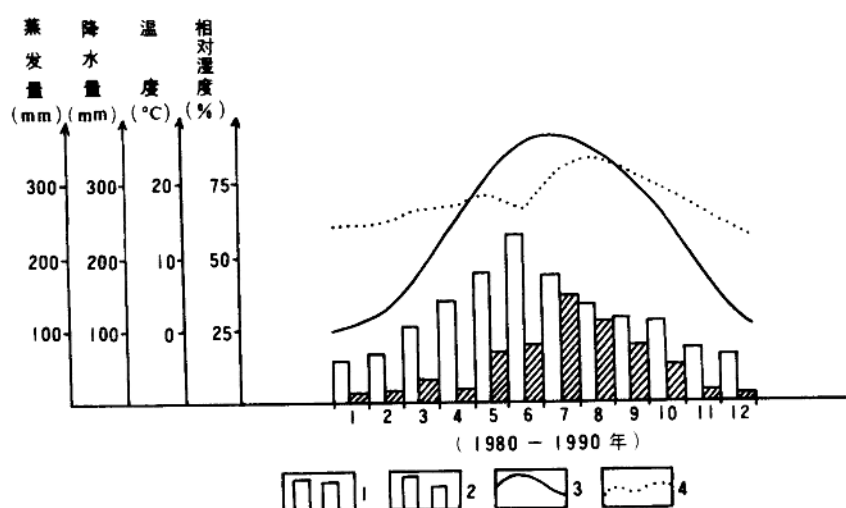


图1—1 气象要素变化图

1——蒸发量；2——降水量；3——气温；4——相对湿度

区内多年平均气温为 $13.81^{\circ}\text{C}$ 。夏季6—8月份气温较高，月平均气温为 $23.4^{\circ}\text{C}$ — $27.3^{\circ}\text{C}$ ，历年最高气温为 $42.8^{\circ}\text{C}$ （1960.6.21）；冬季12月、翌年元月份气温较低，月平均气温为 $-1.3^{\circ}\text{C}$ — $3.5^{\circ}\text{C}$ ，历年最低气温为 $-18.3^{\circ}\text{C}$ （1955.1.3）。最大冻土深度为 $20\text{cm}$ （1977.1.16）。

区内多年平均降水量为 $607.3\text{mm}$ ，年最大降水量为 $856.6\text{mm}$ （1982年），年最小降水量为 $384.4\text{mm}$ （1981年）。全年降水量分配不均，降水集中在6—9月份，降水量为 $263.0\text{mm}$ — $700.9\text{mm}$ ，占全年降水量的55—77%。历次最大降水量为 $252.3\text{mm}$ （1982.7.30），历次最大降雪深度为 $25\text{cm}$ （1971.12.24）。降水集中时期也是农作物需水时期，对农作物生长有利，同时也是降水入渗补给地下水的主要时期。从历年（1973—1990年）降水资料分析，结合本地气候特点和工

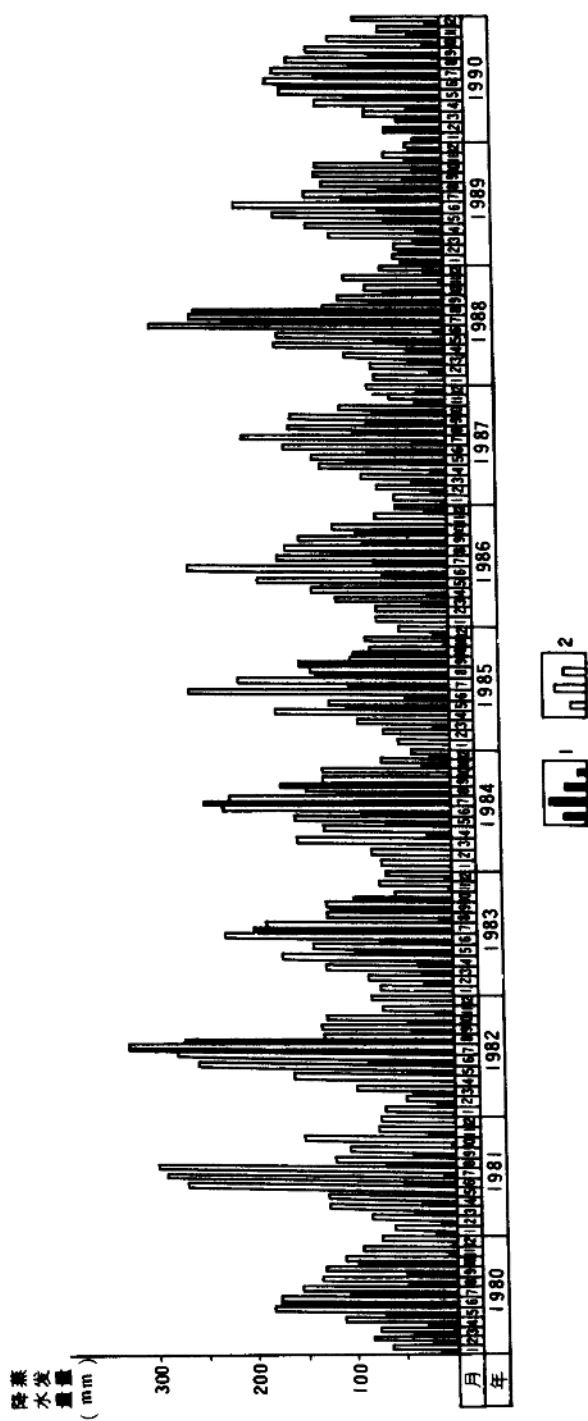


图 1—2 主要气象要素历时变化图(据孟县气象局资料)

1——降水量: 2——蒸发量

农业需水情况，历年降水量可划分为三个水文年型（表 1—1）。

区内多年平均蒸发度为1452.6mm，约为年降水量的2.4倍。年蒸发度最大为1686.6mm（1981年），年蒸发度最小为1272.6mm（1989年）。多年平均相对湿度为69.4%，多年平均潮湿系数为0.41，属于湿度不足带。

水文年型划分表

表 1—1

| 水文年型 | 年降水量<br>(mm) | 年平均降水量<br>(mm) | 出现次数 | 出现频率<br>(%) | 占统计年<br>(%) | 代表年<br>(从大到小排列)                                               |
|------|--------------|----------------|------|-------------|-------------|---------------------------------------------------------------|
| 丰水年  | >750         | 835.4          | 2    | ≤11.8       | 11.77       | 1982 1973                                                     |
| 平水年  | 550—750      | 627.6          | 10   | 11.8—70.6   | 58.82       | 1984 1988<br>1983 1990<br>1975 1985<br>1980 1977<br>1978 1979 |
| 枯水年  | <550         | 473.1          | 5    | >70.6       | 29.41       | 1976 1986<br>1987 1989<br>1981                                |

区内主导风向为西南风，次之为东北风，再次之为东风、西风（图 1—3）多年平均风速为2.6m/s，历年最大风速可达22.0m/s（1980.12.1），为西北风。年内风向变化较大，冬季盛行西北风、东风，春季为东南风、西南风，夏、秋季多为西南风。

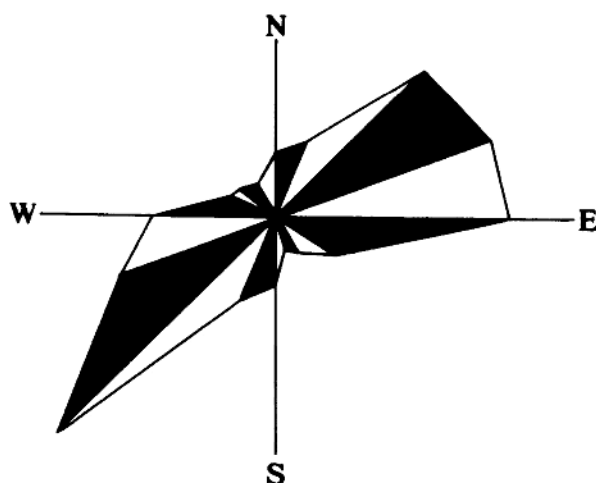


图 1—3 风向玫瑰花图



## 二、水文

与研究区有关的河流有蟒河与黄河。

### 1. 蟒河

蟒河属黄河支流，它发源于山西省阳城县东山乡花野岭，城区段属蟒河下游，因改道，区内有老蟒河和新蟒河两段。老蟒河北自白墙水库，向南沿老城区护城河在造纸厂向东南方向流去，区内共长4.8km，上游不来水，现为沿途工厂废水、生活污水和雨季洪水排放渠；新蟒河区内长3.0km，由于蟒河改造，上游断流，主要接纳沿途工厂的废水，水量不大，目前对地下水水质影响较小，干旱季节上游短时放水，供农田灌溉。

### 2. 黄河

黄河位于城区南8km。水量季节变化较大，年径流量为470亿 $m^3$ 。由于黄河径流黄土地区，水中含沙量较高，年输沙量为16亿 $m^3$ 。黄河自坡头出山后，携带泥沙开始沉积，河床淤高，粒径一般大于0.05mm，因此，黄河与研究区地下水联系密切。

## 第二节 地质地貌

### 一、地质

该区在区域构造位置上属于济源构造盆地西南缘。西部为低山、黄土塬；东

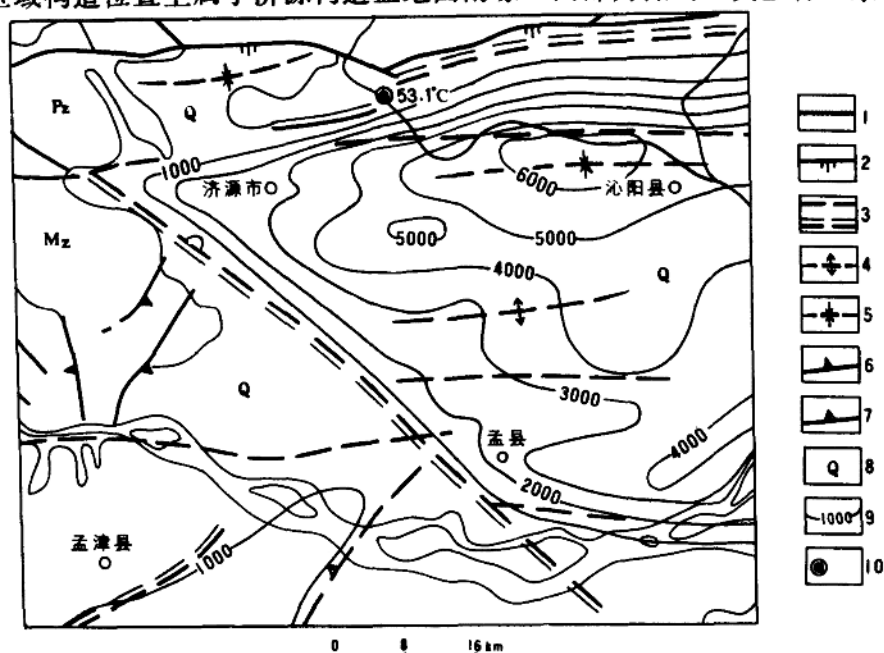


图 1—4 构造体系图

- 1——压性压扭性断裂；2——晋东南山字型构造带；3——推測或隐伏断裂；4——隐伏背斜；5——隐伏向斜；6——新华夏构造体系；7——华夏式构造；8——地层时代；9——新生界底板等深线(m)；10——热水钻孔及水温