

中华人民共和国地质矿产部

地质专报

六 水文地质 工程地质 第2号

河南省商丘地区 浅层地下水资源评价

河南省地质矿产局

地质出版社

中华人民共和国地质矿产部

地质专报

六 水文地质 工程地质 第 2 号

**河南省商丘地区
浅层地下水资源评价**

河南省地质矿产局

地质出版社

内 容 简 介

本专报研究了平原区以垂直交替为主的浅层地下水资源评价方法。在降水入渗补给地下水系数、疏干给水度及浅层水蒸发量的确定等方面较有特色。专报建立了“二元结构”浅层含水层的数学模型,提出了按抽水分层观测求水文地质参数的方法。在应用蒸发公式反求给水度,利用地下水动态资料确定水文地质参数,以及对河道建闸蓄水补给浅层地下水的计算方法和平原地区浅层地下水资源贫富划分标准等方面,取得了良好效果。还将浅层含水层作为垂直调节型地下水库,根据降水量和农灌需水量等因素,进行了年与多年均衡调节计算,并用均衡法与有限元法进行了对比验证,提出了控制合理地下水位措施,使蒸发量转化为可采资源。这对研究农灌需水量的保证程度及早涝碱咸综合治理有重要意义。

本专报可供从事水文地质生产、教学和科研人员参考,也可作为从事农业水利等相邻学科人员的参考书。

中华人民共和国地质矿产部 地质专报

六 水文地质 工程地质 第2号

河南省商丘地区浅层地下水资源评价

河南省地质矿产局

责任编辑:乐美煜 韩 震

地质出版社出版

(北京西四)

地质出版社印刷厂印刷

(北京海淀区学院路29号)

新华书店北京发行所发行·各地新华书店经售

开本: $787 \times 1092^{1/16}$ 印张: $11^{1/8}$ 插页2 字数: 225,000

1985年10月北京第一版·1985年10月北京第一次印刷

印数: 1—1,345 册 定价: 5.35 元

统一书号: 13038新 130

(附图一袋)

前 言

我国黄河、淮河、海河冲积平原（简称黄、淮、海平原），蕴藏着较丰富的浅层地下水资源，它具有埋藏浅（深度一般 40 米左右）、增补快、水质淡、水温适宜、开采容易等特点，是工农业和人畜饮用的主要开采利用水源。所以，研究大面积浅层水的运动规律、资源评价理论及方法，对合理开采利用地下水资源，综合治理旱涝碱咸有较大的现实意义。

商丘攻关研究组^①于一九七七年开始在河南省商丘地区一万平方公里范围内进行了浅层地下水资源评价理论和方法的综合研究，取得了以下成果：

1. 基本查明了本区浅层水赋存运动条件和水位动态变化规律，建立了浅层水运动的数学模型。论证了该区浅层地下水为一“垂直调节型天然地下水库”。

2. 共取得不同条件下的水文参数和水文地质参数三千多个，并进行了参数验证、选定，总结了各种求参方法。

3. 对大气降水、地表水、地下水（简称“三水”）的相互转化作了初步研究，基本确定本区浅层水的“合理水位埋深值”，汛前为 5 米左右，汛后 3 米左右。对浅层水资源和赋存条件划分标准提出了新的看法。

4. 以长期观测井为节点，进行了地、县均衡域的浅层水年和多年调节计算与水量、水位、水质评价。在目前水位埋深下，全区多年平均综合补给资源每年约 14 亿立方米。在“合理水位埋深”下，每年约 13 亿立方米。可满足农业稳产高产需水量的百分之六十五以上。

5. 对以调节控制浅层合理水位埋深，实施井灌井排、井渠结合，综合防治本区旱涝碱咸提出了依据及规划意见。

一九八〇年九月完成了“河南省商丘地区浅层地下水资源评价攻关研究报告”的编写工作。地质部科学技术局于一九八一年九月在北京组织了对本成果的评审。

攻关研究项目技术负责人为：许志荣、肖树铁、李文渊。参加研究成果编写的单位及人员有：河南省地质矿产局的许志荣、杨国江、褚曼莉、刘平生、杨新梅、韩鹏飞、魏哲、吴新社；北京大学的肖树铁；武汉水利电力学院的李文渊；商丘地区水利局的孔令森、徐洪华、夏美荣。北京大学黄少云、陈怀惠、刘勇等老师，商丘地区水利局赵忠庆、吕佑民及八县一市水利局主管地下水工作的同志都曾参加了部分工作，武汉水利电力学院张蔚臻教授给予了很多的指导和帮助。本地质专报是在“河南省商丘地区浅层地下水资源评价攻关研究报告”基础上，由河南省地矿局许志荣同志改编，张振兴同志参加了部分工作。地质专报包括正文和附图十张（比例尺 1:50 万）。附图及插图由高玉馨等同志清绘。文图中的外文均由地矿部水文地质工程地质研究所王伟礼同志翻译和校订。在此谨向给本成果的编写以帮助的单位 and 同志表示感谢。

^① 参加攻关研究组的单位有：河南省地质矿产局、北京大学、武汉水利电力学院、商丘地区水利局。

INTRODUCTION

The Huang-Huai-Hai (Yellow river, Huai river, and Hai river) plain possesses ample resources of shallow water, which is characterized by shallow burial depth (usually 40m), quick recovery by recharge, freshness of water, suitable water temperature and liability to mining. So it serves as main water source for industry, agriculture, livestock husbandry and domestic use. Therefore, study of laws governing shallow water movement in a wide area, and theory and method of water resources evaluation has great practical importance for rational development and Utilization of groundwater resources and comprehensive prevention and control of drought, waterlogging and salinity.

The research work was begun in 1977 by the Shangqiu Research Group^① aiming at studying of the theory and method of shallow ground water resources evaluation in an area of 10 thousand km² in Shangqiu district, Henan province. The results of the work are as follows:

1. The conditions of occurrence of shallow water in this area and regularities of water table fluctuation were made clear in the main. A mathematic model of shallow water movement was constructed. It was proved that shallow aquifers were a "natural reservoir of vertical adjustment".

2. More than three thousand hydrologic and hydrogeologic parameters were gained under different conditions. The parameters were verified and chosen, and various methods of gaining parameters were summarized.

3. "The transformation between atmospheric precipitation, surface water and groundwater" was preliminarily studied and "the rational depth of water table" of shallow aquifers in this area was roughly determined: about 5m before high water season and about 3m after it. A new point of view was put forward about the criterion according to which the shallow water resources can be distinguished into rich and poor in quantity and into good and bad in condition of occurrences.

4. The amount of shallow water in the District, County and the water-balance area was calculated for annual and many-year adjustment taking the longterm observation wells as nodes, water quantity and quality and water

^① Including Bureau of Geology and Mineral Resources of Henan, Beijing University, Wuhan Institute of Water Conservancy and Water Power, and Bureau of Water Conservancy of Shangqiu District.

table were evaluated. Under conditions of present depth of water table, the recharged resources, averaged over many years for the whole district, amounts to 1400 millions m^3 per year. In case of "rational depth of water table" it will amount to 1300 millions m^3 per year. More than 65% of water the agriculture needs for stable and high crop production can be fulfilled.

5. The bases are provided and suggestions were put forward for a plan of countrolling and adjusting water table to a rational depth, irrigating and draining through wells in combination with channels, and preventing and overcoming drought, waterlogging and salinity in the area.

The report "Shallow groundwater resource assessment of Shangqiu District, Henan" was completed in September, 1980. Examination and approval of the results were organized by the Bureau of Science and Technology of Ministry of Geology and Mineral Resources in September 1981 in Beijing.

Persons in charge of technical work of the project: Xu Zhirong, Xiao Shutie, Li Wenyan.

Persons taking part in compiling the report of research work: Xu Zhirong, Yang Guojiang, Chu Manli, Liu Pingsheng, Yang Xinmei, Han Pengfei, Wei Zhe, Wu Xinshe from Geological Bureau of Henan; Xiao Shutie from Beijing University; Li Wenyan from Wuhan Institute of Water Conservancy and Water Power; Kong Lingsen, Xu Honghua, Xia Meirong from Bureau of Water Conservancy of Shangqiu District.

In addition, Huang Shaoyun, Chen Huaihui, and Liu Yong from Beijing University; Zhao Zhongqing, Lu Youmin from Bureau of Water Conservancy of Shangqiu District; persons in charge of ground water research work from Bureaus of Water Conservancy of one City and 8 Counties, took part in some work of this study, professor Zhang Weizhen from Wuhan Institute of Water Conservancy and Water Power gave us a lot of instruction and help. This monograph is written on the basis of the report "Shallow groundwater resources assessment of Shangqiu District, Henan" by Xu Zhirong from Geological Bureau of Henan. Zhang Zhenxing has also taken part in the work. It includes text and 10 appended maps (1/500,000). Appended maps and figures in the text were drawn by Gao Yuxin and others. Translation into English was made by Wang Weili from Institute of Hydrogeology and Engineering Geology, Ministry of Geology and Mineral Resources. We hereby express our thanks to those persons and units giving us help in compiling this monograph.

目 录

第一章 区域自然地理及水利资源	(1)
第一节 地形和微地貌	(1)
第二节 气候	(2)
第三节 水利资源	(5)
第二章 浅层水的赋存条件和运动特征	(6)
第一节 浅层水的赋存条件	(6)
第二节 浅层水运动的主要特征—垂直交替	(9)
第三节 浅层水的补给、径流、排泄	(10)
第四节 浅层地下水位埋深及动态变化	(16)
第三章 数学模型及参数的研究	(25)
第一节 数学模型	(25)
第二节 参数的确定及研究	(25)
第三节 参数验证	(100)
第四章 浅层地下水资源计算及评价	(103)
第一节 浅层水资源评价的任务及原则	(103)
第二节 浅层水可采资源的计算与评价	(106)
第五章 浅层水供水条件及开采利用分区	(146)
第一节 浅层水供水条件分区	(146)
第二节 浅层水开采利用分区	(147)
第六章 认识与结论	(150)
第一节 认识	(150)
第二节 结论	(153)
英文摘要	(155)

附 图 一 袋

1. 河南省商丘地区包气带和水位变动带岩性图 1:50万
2. 河南省商丘地区浅层水水文地质分区图 1:50万
3. 河南省商丘地区浅层水水文地质剖面图 1:50万
4. 河南省商丘地区浅层水位埋深和等水位线图(1977年12月26日) 1:50万
5. 河南省商丘地区浅层水补给量计算分区图(1977年) 1:50万
6. 河南省商丘地区浅层水蒸发量计算分区图(1977年) 1:50万
7. 河南省商丘地区多年均衡浅层水补给资源分区图 1:50万
8. 河南省商丘地区多年均衡浅层水位总埋深分区图 1:50万
9. 河南省商丘地区浅层水供水条件及开采利用分区图 1:50万

英文图例

CONTENTS

Chapter 1. Physical geography and water resources of the area.....	(1)
Section 1. Topography and micrgeomorphology	(1)
Section 2. Climate	(2)
Section 3. water resources	(5)
Chapter 2. Occurrence conditions and movement characteristics of shallow ground water.....	(6)
Section 1. Occurrence conditions of shallow groundwater.....	(6)
Section 2. The main characteristics of shallow groundwater movement—vertical exchange	(9)
Section 3. Recharge, run-off and darinage of shallow ground water	(10)
Section 4. Shallow groundwater table depth and water regime fluctuation	(16)
Chapter 3. Study of mathematical model and parameters	(25)
Section 1. Mathematical model	(25)
Section 2. Determination and study of parameters	(25)
Section 3. Verification of parameters.....	(100)
Chapter 4. Calculation and evaluation of shallow groundwater resources	(103)
Section 1. The task and principles of shallow gronudwater	(103)
Section 2. Calculation and evaluation of exploitable resources of shallow groundwater.....	(106)
Chapter 5. Regionalization of water supply conditions and exploi- ation and utilization of shallow groundwater.....	(146)
Section 1. Regionalization of water supply conditions	(146)
Section 2. Regionalization of exploitation and utilization of shallow ground water.....	(147)
Chapter 6. Comments and conclusions	(150)
Section 1. Comments	(150)
Section 2. Conclusions	(153)
Abstract in English	(155)

Attached Maps (In separate bag)

1. Lithologic map of aeration zone and water table fluctuation zone in Shangqiu district, Henan province 1:500,000
2. Map showing hydrogeologic regionalization of shallow groundwa-

ter in Shangqiu district, Henan province 1:500,000

3. Hydrogeologic profile of shallow groundwater in Shangqiu district, Henan province 1:500,000
4. Map showing the depth and contour of water table of shallow groundwater in Shangqiu district, Henan province (December 26, 1977) 1:500,000
5. Map showing regionalization according to the shallow groundwater recharge calculation in Shangqiu district, Henan province (1977) 1:500,000
6. Map showing regionalization according to shallow groundwater evaporation calculation in Shangqiu district, Henan province (1977) 1:500,000
7. Map showing regionalization of long-term balanced recharge resources shallow groundwater in Shangqiu district, Henan province 1:500,000
8. Map showing regionalization of total depths of long-term balanced shallow groundwater table in Shangqiu district, Henan province 1:500,000
9. Map showing regionalization of water supply conditions and exploitation of shallow groundwater in Shangqiu district, Henan province 1:500,000

Legends (One sheet)

第一章 区域自然地理及水利资源

浅层地下水运动受区域自然地理条件和人为因素的影响，如：地形微地貌、气候特征、包气带岩性及结构、水利资源的开发利用等。

第一节 地形和微地貌

在黄河历次改道决口南泛和淮河北岸支流冲积的基础上，在各种自然及人为因素的综合作用下，形成了大区地形平坦，小区地形起伏的特点。除形成开阔的冲积平原外，还形成不少微起伏的剥蚀残丘、沙丘、沙地、古河道、古大堤、背河洼地、湖洼地、槽形和碟形洼地等较复杂的平原微地貌。从北向南，大致可分成古黄河大堤北的高滩地和黄河故道，古黄河大堤南的背河洼地、中部冲积平原、南部湖洼地，永城境内还有零星剥蚀残丘（图1）。现分述于下。

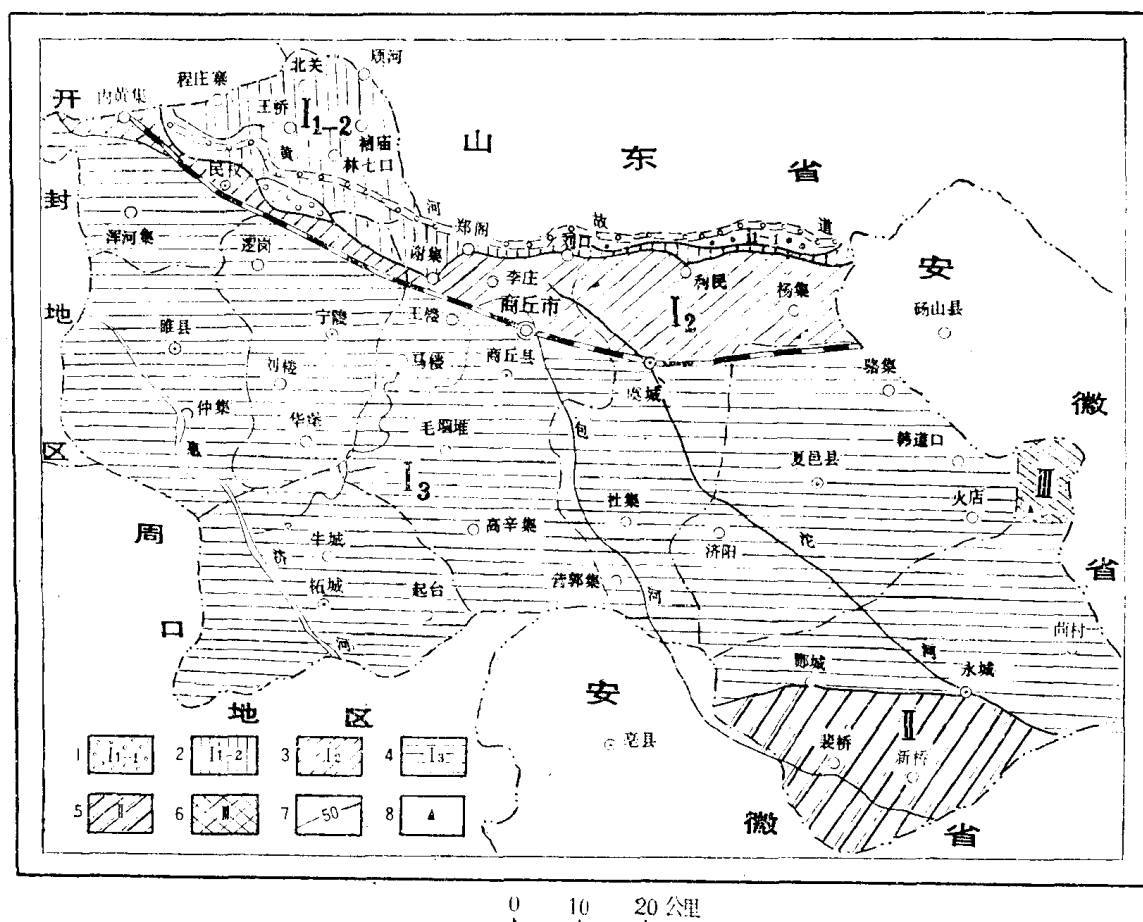


图 1 商丘地区地貌分区图

1—沙丘沙垄；2—河漫滩；3—背河洼地；4—开阔平原；5—滩河冲积平原；6—剥蚀残丘；
7—地形等高线（米）；8—孤山残丘

I 黄河冲积平原

I₁ 堤北滩地、黄河故道

分布在本区北部，面积 673 平方公里。地形自南向北倾斜，自西向东地面高程 70—54 米，堤北高出堤南背河洼地 5—10 米。黄河故道自西向东横贯，长约 132 公里，除了几个故道水库积水外，子河内存水很少。黄河故道两侧，分布有粉砂组成的沙丘沙垄(I₁₋₁区)，往北为黄河多次泛滥淤积而成的高滩地(I₁₋₂区)，地下水位埋深大，近古堤处为 6—10 米，远离古堤处为 4—6 米。

I₂ 背河洼地

主要分布在黄河古堤以南至陇海铁路以北地区，面积 935.80 平方公里。本区为堤北地下水侧渗补给的浸润地带，地下水位埋深一般 0.5—2.0 米，地势低洼，排水不畅，汛期常有积水，土质以砂性土为主，毛管蒸发作用强烈，形成较大面积条带状分布的盐碱地，多属氯化-重碳酸盐土，含盐量 0.2—0.3 克/100 克土。

I₃ 开阔平原

分布在中部地区，面积 7841 平方公里，占总面积的 75.74%。地形自西北向东南微倾，地面高程 60—34 米。由于黄河多次改道南泛，形成了废黄河、不同形状洼地等微地貌地形。包气带岩性以亚砂土为主。盐碱地呈斑块状，片状不连续分布在地势低洼、水位浅埋或咸水、半咸水区。

II 淮河冲积平原

分布在永城南部，面积 640.70 平方公里，和淮北平原低洼地相连。包气带岩性以灰黑、青黄及棕黄色亚粘土为主。地下水位一般 2 米左右，常有涝灾威胁。

III 剥蚀残丘

分布在永城境内的芒砀山、鱼山、柏山等十余座孤山残丘，属皖北丘陵西延部分，海拔标高 36—156.80 米。面积 51.30 平方公里。主要为石灰岩分布，岩溶水较丰富，水质好，水位浅。

第二节 气 候

本区属暖温带季风气候区。气候因素对浅层地下水补给和排泄作用有着十分密切的关系。

一、降水

全区多年平均降水量在 656.23—832.00 毫米之间。降水量由东南向西北递减，如图 2 所示。据九个雨量站 1951—1979 年降水量资料统计，夏季(6—8 月)平均降水量为 367.37—470.51 毫米，占全年降水量的 54.02—58.49%。冬季(12—2 月)降水量只有 27.31—46.75 毫米，仅占全年降水量的 4.12—6.60%。春季(3—5 月)为 121.74—154.02 毫米，占年降水量的 18.49—20.48%。秋季(9—11 月)降水量为 122.58—166.44 毫米，占全年降水量的 17.97—20.40% (见表 1)。形成了年内先旱后涝，涝后又旱，旱涝交替的气候特点。春旱尤为突出，因为春季降水量少，小麦需水量大，加之蒸发量大，故经常出现供水与需水的不平衡。

本区降水的另一个特点是年际变幅较大。据 1951—1979 年气象资料统计，最多年降水

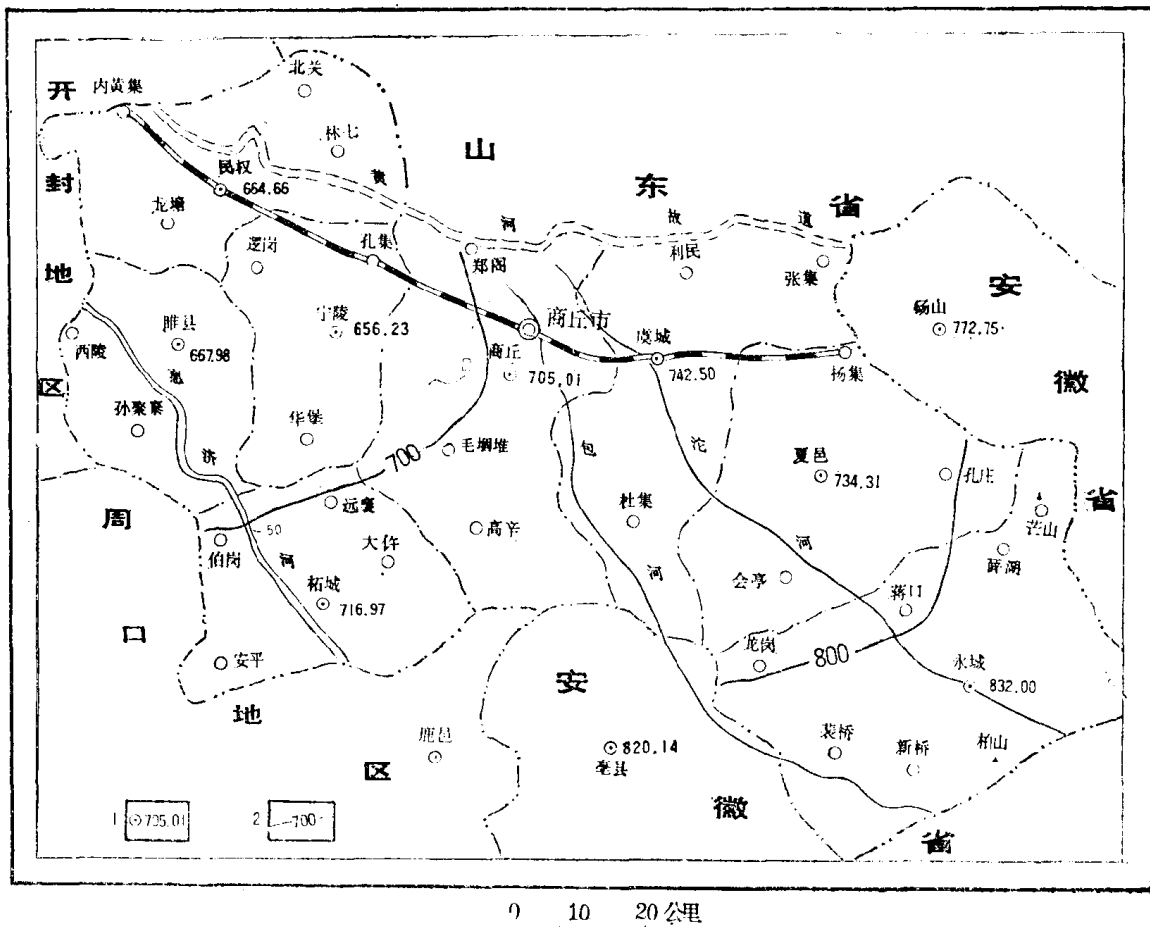


图 2 商丘地区历年平均年降水量分布图

1—多年平均降水量 (毫米); 2—多年平均降水量等值线 (毫米)

量865—1518毫米, 最少年降水量 301—556 毫米。年降水量平均绝对变率均在 100 毫米以上, 永城最大, 达180.40毫米; 宁陵最小, 为116.50毫米。年降水相对变率在16—22%之

表 1 商丘地、县各季及多年平均降水量表

季		降水量 月	地 县	民 权	睢 县	宁 陵	柘 城	商 丘	虞 城	夏 邑	永 城	地区平均
春	3—5	降水量(毫米)	122.85	127.85	121.74	145.09	131.65	135.46	147.69	154.02	135.84	
		占年%	18.65	19.29	18.81	20.48	18.94	18.49	20.30	18.61	19.20	
夏	6—8	降水量(毫米)	385.27	372.43	367.37	382.70	388.70	414.95	404.08	470.51	398.33	
		占年%	58.49	56.19	56.76	54.02	55.92	56.64	55.54	56.85	56.30	
秋	9—11	降水量(毫米)	122.58	135.21	125.76	133.90	138.32	143.74	130.74	166.44	137.04	
		占年%	18.61	20.40	19.43	18.90	19.90	19.62	17.97	20.11	19.37	
冬	12—2	降水量(毫米)	28.00	27.31	32.36	46.75	36.43	38.46	45.04	36.66	36.31	
		占年%	4.25	4.12	5.00	6.60	5.24	5.25	6.19	4.43	5.13	
多年平均年降水量(毫米)			664.66	667.98	656.23	716.97	705.01	742.50	734.31	832.00	714.96	

间,有西北大、东南小之势(见表2)。降水保证率在80%以上的年降水量为:民权、睢县、宁陵、柘城县不小于500毫米,商丘、夏邑县接近600毫米,永城、虞城县大于600毫米,永城县接近700毫米(见表3)。

表 2 各县平均降水绝对变率和相对变率表

站 名 项 目	民 权	睢 县	宁 陵	柘 城	商 丘	虞 城	夏 邑	永 城
绝对变率(毫米)	148.10	133.10	116.50	140.10	140.10	120.20	119.80	180.40
相对变率(%)	22	20	17	19	20	17	16	21

表 3 商丘地区各县年降水量保证率表

降水量(毫米) 县 站	≥300	≥400	≥500	≥600	≥700	≥800	≥900	≥1000
民 权	100	97	86	62	38	24	10	3
睢 县	100	96	83	67	33	21	4	4
宁 陵	100	95	90	62	33	14	5	0
柘 城	100	97	93	72	55	24	17	7
商 丘	100	97	90	79	55	17	10	10
虞 城	100	100	97	83	55	28	17	7
夏 邑	100	97	90	79	52	38	21	7
永 城	100	100	97	93	79	48	34	14

二、水面蒸发量

本区年平均水面蒸发量(指口径20厘米蒸发皿测值)一般在1500—2100毫米之间,其分布与降水量相反。西北部的民权县达2000毫米以上。东南部的永城县最少,为1545.20毫米。就一年四季而言,以夏季各月蒸发量最大,特别是六月,全区均在290毫米以上,民权县六月份达345毫米。冬季各月蒸发量最小,均小于80毫米。大部分县年蒸发量为降水量的2.5倍左右,民权达3倍以上,永城最小为1.8倍。全区各季蒸发均大于降水。冬春两季的蒸发量一般为降水量的4倍左右。秋季蒸发量为降水量的2.5倍左右。夏季为1.8倍左右(见表4)。

表 4 各县历年平均蒸发量与降水量比(倍)表

项 目 县 站	多年平均蒸发量 (毫米)	平均蒸发/降水比(倍)				
		春 季 (3—5月)	夏 季 (6—8月)	秋 季 (9—11月)	冬 季 (12—2月)	全 年
民 权 县	2065.70	5.1	2.0	3.2	7.0	3.1
睢 县	1803.90	5.3	2.2	2.6	6.3	2.8
宁 陵 县	1670.20	4.5	1.8	2.3	3.3	2.5
柘 城 县	1781.60	3.4	1.9	2.5	4.4	2.5
商 丘 县	1751.00	4.1	1.8	2.5	3.8	2.5
虞 城 县	1813.40	4.3	1.7	2.2	4.7	2.5
夏 邑 县	1671.40	3.4	1.6	2.2	3.9	2.3
永 城 县	1545.20	3.1	1.4	2.2	3.6	1.8

三、其它

本区年平均气温 $13.9-14.4^{\circ}\text{C}$ ，由东南向西北递减，年平均湿度71%左右。

第三节 水利资源

本区主要干流有：惠济河、大沙河、包河、涡河、浍河、沱河、黄河故道。黄河古大堤以北属南四湖水系，以南属淮河水系。流域面积100平方公里以上的河道46条，30—100平方公里的支流135条。这些沟河均为季节性河流，主要水文特点是洪峰显著，年内洪水期及枯水期的河水位及流量相差悬殊。全区每年可利用的地表水资源约1亿立方米左右。至1979年底，全区已打机井七万五千多眼，配套五万五千多眼。据1975、1976、1977年统调与地下水动态资料反求，全区年浅层水开采量 $6.4137-7.6642$ 亿立方米。井灌面积412.61万亩，河灌面积108.72万亩。本区地下水资源（以浅层水为主）较丰富，全区可以开采利用的浅层水资源平均每年约13亿立方米。

由于特定的自然地理条件（地下水位浅，包气带岩性以亚砂土为主），决定了本区旱涝碱害较为严重。加之六十年代初期，平原区推行“以蓄为主”的错误治水方针，曾导致全区盐碱地扩展到320万亩，经多年以井灌井排水利改良为基础的综合治理，目前还有100多万亩盐碱地。

第二章 浅层水的赋存条件和运动特征

第一节 浅层水的赋存条件

本区新生界地质结构十分复杂。不同时代、不同成因、不同河流的沉积物，构成了重迭交错的沉积结构特征，致使各地貌单元的水文地质特征彼此差异很大。

一、第四系全新统浅层水含水系统

河床相的含水砂层在垂直河道主流带的剖面上，一般呈串珠式透镜体状分布（见附图3）。在平面上则呈似脉叶状沉积构造特征（见附图2）。主要受黄河冲积作用控制。主流带和泛流带具上细下粗的“二元结构”，且下部有一稳定含水砂层的沉积特征，呈西北—东南向分布于中部地区。含水砂层顶板埋深一般10—20米，细砂、中细砂层厚度为10米左右，单井出水量一般40立方米/时左右，单位出水量7立方米/时·米左右，水平渗透系数(K_h)10米/日左右，导水系数(T)150米²/日左右，面积7221平方公里，约占总面积的70%。含水砂层底板为一分布较普遍的黑色亚粘土层或粉细砂透镜体薄层，含钙质结核较多，与第四系更新统相连。北部、东北部和永城、柘城县南部地区属河流冲积边缘带，具有无主要含砂段及多层弱含水层组成的“多层结构”沉积特征。就其岩性结构和含水条件，又可分为北部和东北部黄河泛滥区及南部和东南部淮河泛滥区两种类型。

北部和东北部黄河泛滥区的包气带及其下伏岩性以亚砂土、轻亚砂土和粉砂为主，层次多而薄。单位出水量一般3立方米/时·米左右，导水系数(T)40—50米²/日，水平渗透系数(K_h)1.35—1.64米/日，垂直渗透系数(K_v)0.03—0.06米/日。

南部和东南部淮河泛滥区的包气带及其下伏岩性以裂隙较发育的粘性土和亚砂土含较多钙质结核为主，单井出水量30立方米/时左右，单位出水量1.7—8.0立方米/时·米，属“粘性土裂隙水”，导水系数(T)90—100米²/日，水平渗透系数7.6—8.5米/日，垂直渗透系数0.03—0.05米/日。由于裂隙发育不一及砂姜层的厚薄、松散程度的差异，故水量相差较大。

浅层水赋存条件决定于地质结构和水文地质特征，评价浅层水赋存条件好坏应该是含水层导水能力大小(T 值)和弱含水层疏干释水（或储存水）能力大小(μ 值)的组合。也就是说，只有当 T 大、 μ 也大时，这类地区浅层水的赋存条件才是良好的。反之， T 小、 μ 小的地区的赋存条件是差的。并作如下分区（见附图2）：

1. 赋存条件良好区

主要分布在西部和中部广大地区，呈西北—东南向分布，面积5799.60平方公里，占总面积的56.03%。其主要水文地质特征为含水层导水性能好， T 值一般大于200米²/日，局部150米²/日左右，以细砂、中细砂为主，厚度一般大于10米，局部5—10米。单井出水量一般40立方米/时左右。地下水位变动带岩性一般为亚砂土，给水度(μ)以0.05为主。

2. 赋存条件中等区

可分为 T 大 μ 小和 T 小 μ 大两个亚区:

(1) T 大 μ 小亚区: 主要分布在永城县双桥、候岭, 夏邑县胡桥, 柘城镇城关、张桥和民权县王桥一带。面积 756 平方公里, 占总面积的 7.30%。其主要水文地质特征为含水层导水性能好, 西部 T 值 150 左右, 东部为 200 左右, 含水层厚度 10 米左右, 以细砂为主, 单井出水量西部为 30 立方米/时左右, 东部 40 立方米/时左右。地下水位变动带岩性以亚粘土为主, 给水度(μ)一般为 0.04。

(2) T 小 μ 大亚区: 主要分布在民权以北, 睢县帝丘, 宁陵县罗岗赵村一带, 柘城安平及商丘—虞城—夏邑—永城薛湖以北广大地区, 面积 2556.40 平方公里, 占总面积的 24.69%。其主要水文地质特征为含水层导水性能差, T 一般小于 100 米²/日, 水平渗透系数 1.35—1.64 米/日, 粉细砂、细粉砂层厚度一般小于 5 米, 单井出水量一般小于 20 立方米/时。在改变井型结构后(如: 施工大骨料井)一些地区单井出水量增大到 40 立方米/时左右。地下水位变动带岩性以亚砂土为主, 给水度(μ)值一般 0.05, 宁陵县罗岗一带(μ)值 0.07。

3. 赋存条件差区

主要分布在永城县马桥、裴桥、新桥, 夏邑县杨集、骆集及其它县的局部地区。面积 1240 平方公里, 占总面积的 11.98%。除永城县南部外, 一般均呈斑块状、条带状不连续分布。其主要水文地质特征为 T 小、 μ 小。导水系数(T)一般小于 100 米²/日, 局部 100—150 米²/日, 细粉砂层厚度一般小于 5 米, 单井出水量一般小于 20 立方米/时, 局部 20—30 立方米/时, 大骨料井可达 40 立方米/时左右。地下水位变动带岩性以亚粘土为主, 局部亚粘土与亚砂土互层, 给水度(μ)值以 0.04 为主, 局部 0.045。

从上述分区可看出, 用传统水文地质分区方法把本区 3358.70 平方公里的面积划为了“贫水区”, 现在则可划分为赋存条件中等(T 小 μ 大区)和赋存条件差(T 小 μ 小区)两个区。原划“贫水区”中有两千多平方公里面积不属贫水区。 T 小 μ 大区, 只要改变井型结构, 改善含水层导水能力, 单井出水量可增大, 在抽水开采条件下, 可获得较大的开采模数。因为含水层疏干体积增大, 为降水、河渠水灌溉回归水入渗, 创造了有利的储存空间, 可获得较多的补给资源。

评价浅层水的赋存条件好坏, 除了“量”以外, 还有“质”的问题。作为可供开采利用的地下水资源, 除包括时间概念、地区概念、补给循环恢复更新概念外, 还应有水质概念。本区开采利用浅层水主要为农田灌溉服务, 故主要以矿化度作为水质分区。利用河南省商丘地区 1:10 万比例尺农田供水水文地质勘察报告^①中 3150 眼机井水质资料, 重新对矿化度进行了分区: 全区有 9933.15 平方公里面积(占总面积的 95.95%)为矿化度小于 2 克/升的淡水。有 183.60 平方公里面积(占总面积的 1.77%)为矿化度 2—3 克/升的微咸水。有 216 平方公里面积(占总面积的 2.09%)为矿化度 3—5 克/升的半咸水。有 19.25 平方公里面积(占总面积的 0.19%)为矿化度大于 5 克/升的咸水。半咸水和咸水主要分布在北部近黄河故道地区, 尤其以民权县林七、野鸡岗及虞城县北部五个公社严重。咸水属陆相成因, 与地质历史时期的大陆盐渍化作用有关。呈斑块状、条带状不连续分布(见附图 2)。

^①河南省地质局水文地质队, 1973 年 6 月。

二、第四系更新统中层水含水系统

埋藏深度一般 40—170 米左右, 顶部普遍有一层黑灰色亚粘土, 往下为一套灰黄、灰浅黄、黄绿杂色亚粘土为主夹亚砂土层, 结构较松散, 上部夹粉砂透镜体, 中下部夹 1—15 米厚 (局部 20 米厚) 的粉细砂透镜体, 含较多钙质结核。底部为中细砂或泥质含砾中细砂透镜体。主要水文地质特征为:

(1) 大面积水质较差。除永城、夏邑县南部、虞城县大候一带及西部局部地区, 约 2500 平方公里面积, 占总面积的 25%, 属矿化度小于 2 克/升的淡水外, 有 6230 平方公里面积为 2—3 克/升的微咸水, 属 $\text{Cl}\cdot\text{SO}_4\text{—Na}\cdot\text{Mg}$ 及 $\text{Cl}\cdot\text{SO}_4\cdot\text{HCO}_3\text{—Na}\cdot\text{Mg}$ 型水。有 1622 平方公里面积为 3—7.48 克/升的半咸水和咸水, 属 $\text{Cl}\cdot\text{SO}_4\text{—Na}\cdot\text{Mg}$ 及 $\text{SCl}\cdot\text{Cl—Na}\cdot\text{Mg}$ 型水。

(2) 地下水流向与掩埋古河道方向一致, 呈西北—东南向。水力坡度由西往东渐变缓, 由 1/4000 至 1/6000。水位标高和潜水含水层 (组) 近似。

三、新第三系深层水含水系统

除永城外, 大面积埋藏深度 160—170 米以下, 主要由棕、棕红、紫红色和灰绿色厚层粘土及棕黄色中细砂组成, 夹有亚粘土和少量亚砂土, 属河湖相沉积。粘土结构紧密、坚硬, 裂面发育, 显水平微细层理, 具油脂光泽, 300 米深度钻孔可见硬粘土厚度 100 米左右。主要水文地质特征为含水砂层发育, 分布较稳定。埋藏 150—250、250—350、350—420 米三个深度。150—350 米深度细砂、中细砂层厚度 20—40 米。350—420 米深度中细砂厚度 33—35 米。单井出水量较大, 单位出水量一般为 4—6 立方米/时·米, 最大达 15.8 立方米/时·米。水质好, 矿化度一般 1 克/升左右, 属 $\text{HCO}_3\cdot\text{SO}_4\cdot\text{Cl—Na}$ 和 $\text{SO}_4\cdot\text{Cl—Na}$ 型水。水平渗透系数 2—5 米/日。南部两千多平方公里面积分布有自流水, 自流量一般 10—25 立方米/时, 最大 36.96 立方米/时, 水头高出地面平均 +3.65 米。

就区域而言, 浅层和深层含水系统之间水力联系十分微弱, 本成果中深层承压水 (自流水) 对潜水的顶托补给未予考虑。主要根据:

(1) 南部深层自流水分布区的浅层水位年和多年动态变化与区域一致, 动态类型属入渗-蒸发、开采型。

(2) 若存在深层承压水的顶托补给, 则中层 (更新统) 微咸水、半咸水和咸水将补给并影响潜水, 使水质恶化。而经水质动态观测和多年开采利用证实, 大面积浅层水水质稳定, 微咸水、半咸水和咸水区的水质逐步淡化, 面积缩小。

(3) 计算表明, 深层承压水对潜水顶托补给量十分微弱。单位时间内的越流 (或顶托) 补给量用下式计算 $\epsilon = K_z \frac{\Delta H}{M}$, 其中: K_z —弱透水层的垂直渗透系数, 以 0.00052 米/日计^①。 ΔH —深层承压水与潜水水位差, 平均按 5 米计。 M —弱含水层 (以粘土为主) 累计厚度, 平均以 100 米计。则越流顶托补给强度

$$\epsilon = K_z \frac{\Delta H}{M} \times 365 \times 10^6 = 9490 \text{ 立方米/年} \cdot \text{平方公里} \approx 0.95 \text{ 万立方米/年} \cdot \text{平方公里}$$

区域水文地质条件分析和典型开采区动态资料说明, 深层地下水补给来源是很差的, 开采后水位将明显下降。深层水与浅层水水位差将越来越小, 顶托补给量亦会更趋微弱。

① 据河南省地质矿产局水文地质一队资料。