

黄河下游郑州段傍河取水 方法研究

HUANGHE XIAYOU
ZHENGZHOUDUAN
BANGHE QUSHUI
FANGFA YANJIU

梁坤祥 姜宝良 祁春明 谢山立
编著



黄河水利出版社

黄河下游郑州段傍河取水方法研究

梁坤祥 姜宝良 祁春明 谢山立 编著

黄河水利出版社

· 郑州 ·

内 容 提 要

本书分析了黄河下游郑州段(西起邙山东到中牟万滩)黄河的沉积特征及黄河水与沿岸地下水的补排关系,在区内进行了四组大型抽水试验和大量相关的调查分析工作,采用二维和三维数值模拟计算、解析法、均衡法等多种计算方法,精确评价了区域地下水资源,查清了开采条件下黄河水对沿岸地下水的补给资源量。

本书可供水文地质工作者、环境地质与工程地质工作者及水利工作者参考。

图书在版编目(CIP)数据

黄河下游郑州段傍河取水方法研究/梁坤祥等编著.
郑州:黄河水利出版社,2011.8
ISBN 978-7-5509-0094-3

I. ①黄… II. ①梁… III. ①黄河-下游-地下
取水-研究-郑州市 IV. ①TU991.11

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2011)第 166474 号

组稿编辑:王志宽 电话:0371-66024331 E-mail: wangzhikuan83@126.com

出版社:黄河水利出版社

地址:河南省郑州市顺河路黄委会综合楼14层

邮政编码:450003

发行单位:黄河水利出版社

发行部电话:0371-66026940、66020550、66028024、66022620(传真)

E-mail: hhsicbs@126.com

承印单位:河南地质彩色印刷厂

开本:787 mm×1092 mm 1/16

印张:8.75

字数:200千字

印数:1—1 000

版次:2011年8月第1版

印次:2011年8月第1次印刷

定价:25.00元

前 言

郑州市地处中原,位于黄河下游南岸,是河南省政治、经济、文化中心,又是我国陆路重要交通枢纽之一。随着经济和工业迅速发展,人口逐年增加,用水量与日俱增。区内最大的地表河流黄河泥沙含量高,且近年河水污染严重,水质成分越来越复杂,处理费用越来越高,引用高含沙量的黄河水,所需费用较高。再加上受中、上游水库蓄水影响,枯、丰水期河水流量变化大,地表水作为供水保证程度降低;市区地下水长期处于超量开采状态,使地下水形成了较大的区域下降漏斗;城市用水的供需矛盾十分突出,从而严重制约着城市经济和文化建设的发展,水资源的供需矛盾已成为郑州市可持续发展的重要制约因素之一。因此,寻找和开发水质良好且具有调蓄能力、长效供水能力、经济效益及社会效益较佳的地下水资源,调整地下水与地表水开采比例,是郑州市市内供水亟待解决的问题。

黄河称为中华民族的母亲河,为中华民族的摇篮地,自古至今养育了千千万万中华儿女,为我国第二大河流。自西向东穿越西部青藏高原、西北黄土高原、中部低山丘陵和东部冲积平原,流经青海、四川、甘肃、宁夏、内蒙古、陕西、山西、河南、山东等9个省区,南距郑州市约20 km,是流经郑州地区最大的河流。黄河在西部黄土高原及中部黄土地区挟带了大量泥沙,至下游河段由于河流纵坡降变缓,挟带的泥沙消能沉积,形成宽广的泛流河道,由于河床的快速淤积使河道快速抬升,水流不断改道,在下游形成泥沙有规律堆积的冲积平原。沿岸人民为了防止黄河河水泛滥,在两岸进行疏导、堆积形成人工大堤,以防止河水改道造成洪水灾害。大堤不断加高,而河道内泥沙则继续堆积,河道逐渐抬升,现在的黄河下游河道已经高出堤外地面3~10 m,形成世界著名的“地上悬河”。河水对地下水的补给以垂直和侧渗的方式进行,相互之间有着独特的供排方式。因此,研究黄河水与沿岸地下水之间的补给关系,对郑州市的供水具有重大意义。

为了贯彻落实国家新时期的治水方针,实现地区经济社会可持续发展目标,解决城市水资源供求状况不足问题,为郑州城市建设提供安全可靠的水资源和水环境保障,实现人与自然和谐相处,郑州市政府出资沿黄河南岸开展了地下水资源储量勘探试验,首先在邙山黄河游览区至花园口段10 km河段黄河大堤以内高漫滩区开展水文地质调查和勘探研究工作(由于滩地地面标高约95 m,称为“九五”滩水源地),发现沿黄河河道附近沉积了巨厚的含水砂

层,具有很好的储水及导水性能,且地下水与黄河水的水力联系密切,地下含水层相当于一个大型地下水库,一方面,在开采条件下,黄河水可以源源不断地补给和储存,即使河水中断补给一定时期,由于砂层水平分布面积广,垂直厚度大,本身具有很大的调蓄能力,也可持续补给一段时间,解决地表水体枯水季节供水紧张及洪水期水质污染处理困难问题;另一方面黄河水补给地下水经过河床沉积层的天然过滤、吸附作用,地下水水质与黄河水水质差异很大,避免了有害物质进入地下含水层中,可以作为较好的饮用水水源,保证了水质免受污染。通过勘探试验查明了黄河下游河水与岸边地下水的运移机理、补给模式和可开采资源量,发现黄河单位千米长度的补给量约 $1 \text{ 万 m}^3/\text{d}$,“九五”滩地 10 km 长度河段的侧渗补给量为 $10 \text{ 万 m}^3/\text{d}$ 。根据此研究结果,后又对黄河花园口到万滩段 20 km 沿河地段进行了水文地质勘探研究,其黄河沿岸地下水的补给情况基本同前期勘探结果,即黄河 20 km 长度的渗补给量为 $20 \text{ 万 m}^3/\text{d}$ 。黄河下游郑州段长 30 km 黄河水对地下水的侧向补给量为 $30 \text{ 万 m}^3/\text{d}$,为郑州市找到了日供水 30 万 m^3 的地下水源地,解决了郑东新区的供水问题和西部高新区的供水紧张状况,大大缓解了郑州市用水的供需矛盾,对郑州的发展产生了重大的社会效益和经济效益。该评价方法和研究成果,在水资源紧张的今天,对下游沿黄城市供水也具有一定的指导意义,可供黄河下游的其他城市借鉴。

本书可供水文地质工作者、环境地质与工程地质工作者及水利工作者阅读参考。

作者
2011年6月

目 录

前 言

第一章 地下水形成的自然条件	(1)
第一节 自然地理概况	(1)
第二节 黄河下游河道变迁及沉积特点	(5)
第三节 地形地貌	(7)
第四节 地 层	(9)
第五节 构 造	(12)
第二章 郑州市区域水文地质条件	(14)
第一节 地下水的形成条件与赋存规律	(14)
第二节 地下水的补给、径流、排泄条件	(26)
第三节 地下水的化学特点	(29)
第四节 地下水的动态变化规律	(35)
第三章 研究区水文地质条件	(48)
第一节 含水层组特征及富水性	(48)
第二节 浅层地下水补给、径流、排泄条件	(50)
第三节 浅层地下水动态特征	(51)
第四节 浅层地下水的成因和生成时期	(54)
第五节 黄河河道淤积特点及河道发展趋势	(56)
第四章 群孔抽水试验简述及资料分析	(57)
第一节 “九五”滩地井组抽水试验	(57)
第二节 凌庄滩地井组抽水试验	(63)
第三节 黄岗庙干扰抽水试验	(67)
第四节 石桥干扰抽水试验	(70)
第五节 大型抽水试验所揭示的主要水文地质问题	(76)
第五章 地下水资源量计算与评价	(77)
第一节 参数的确定及水量评价方法	(77)
第二节 二维有限单元法评价浅层地下水允许开采量	(83)
第三节 用三维有限单元法评价浅层地下水允许开采量	(90)
第四节 用水均衡法评价地下水开采量	(97)
第五节 用补给带宽度法评价地下水允许开采量	(105)
第六节 浅层地下水资源保证程度评价	(107)
第七节 浅层地下水源地开采分析评价	(108)

第六章 地下水水质评价	(111)
第一节 地下水水化学特征	(111)
第二节 地下水环境质量现状	(117)
第三节 地下水水质评价	(121)
第七章 地下水开采技术条件与环境保护	(125)
第一节 水源地开采方案优选	(125)
第二节 地面沉降与大堤稳定性评价	(127)
第三节 地下水资源保护	(128)
第八章 结 语	(130)
参考文献	(131)

第一章 地下水形成的自然条件

第一节 自然地理概况

黄河下游郑州段位于豫西丘陵与华北平原的接触部位,西依低山丘陵,以京广铁路为界,东连华北平原的黄淮冲积平原,至郑州与中牟交界处止。工作区西起邙山游览区,东跨 G107 国道、京珠高速及石武高铁至中牟万滩,北依黄河,南续黄泛平原,包括大堤以内的河床高漫滩和大堤以外的平原区,东西长约 30 km,南北宽 3 ~ 5 km,距郑州市区约 20 km。地理坐标:东经 $113^{\circ}30' \sim 113^{\circ}58'54''$,北纬 $34^{\circ}47'40'' \sim 34^{\circ}57'25''$ 。主要研究地段限于黄河河道以南,黄河大堤两侧的黄河滩地及冲积平原,面积约 380 km^2 (见图 1-1)。

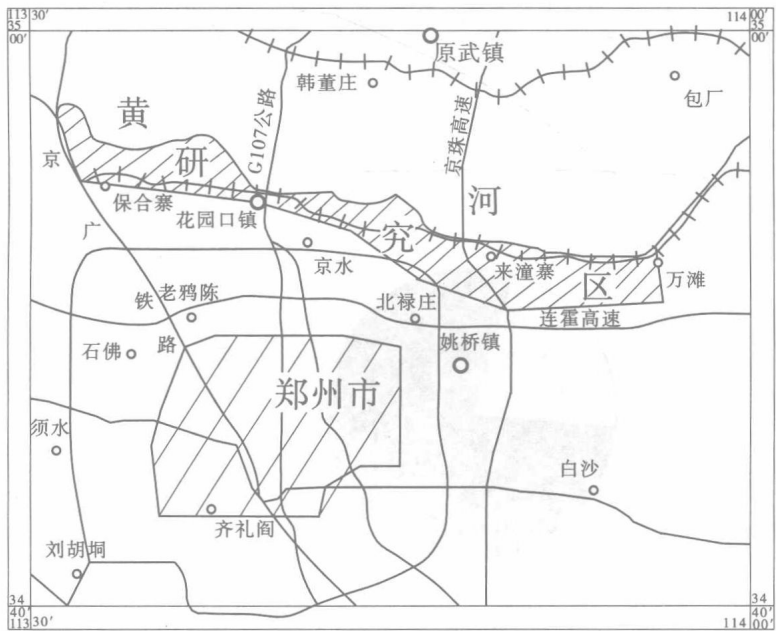


图 1-1 研究区交通位置图

区内交通十分便利,西有京广铁路,东有 G107 国道、京珠高速、石武高铁,南部有连霍高速公路和北四环柏油路交错成网,交通十分便利。

一、气象

郑州市属北温带大陆性季风气候。冷暖气团交替频繁,春、夏、秋、冬四季分明。冬季漫长而干冷,雨雪稀少;春季干燥少雨,冷暖多变,大风多;夏季比较炎热,降雨高度集中;秋季气候凉爽,时间短促。年平均气温 14.3°C ,最热月和最冷月的平均气温差 $26 \sim 27^{\circ}\text{C}$,以 1 月最低,平均气温 -0.2°C ,7 月最高,平均气温 27.8°C ,极端最高气温 43°C ,极

端最低温度 -19.7℃。气温超过 35℃ 的炎热期每年有 81 d, 气温超过 40℃ 的酷热期平均每年只有 1 d, 日最低气温 -5℃ 的寒冷期每年有 21~34 d, 日最低气温 -10℃ 的严寒期为 1~4 d。根据郑州市气象站实测资料, 郑州市年平均日照率为 52%, 平均年日照时数为 2 189.5~2 352.2 h, 年无霜期大致在 190~200 d。

(一) 降水的时空分布

全市多年平均降水量 629.6 mm, 最大降水量发生在 1964 年, 为 1 049.6 mm, 最小降水量发生在 1981 年, 为 420.1 mm。1956~2004 年多年平均降水量曲线见图 1-2。年内降水量分布不均。7~9 月为雨季, 降水量为 321.3~368.7 mm, 占全年降水量的 52.4%~54.5%, 常有暴雨出现; 12~2 月为旱季, 降水量 21.4~34.6 mm, 占年降水量的 3.6%~5.2% (见图 1-3)。

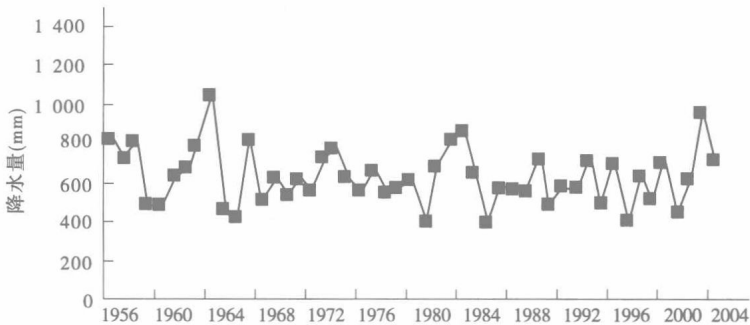


图 1-2 郑州市 1956~2004 年多年年份平均降水量曲线图

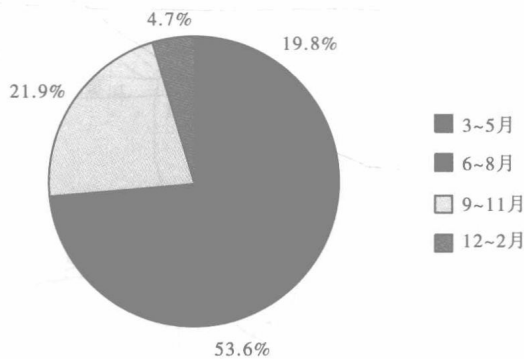


图 1-3 郑州市主要代表站降水量四季分配图

(二) 蒸发量

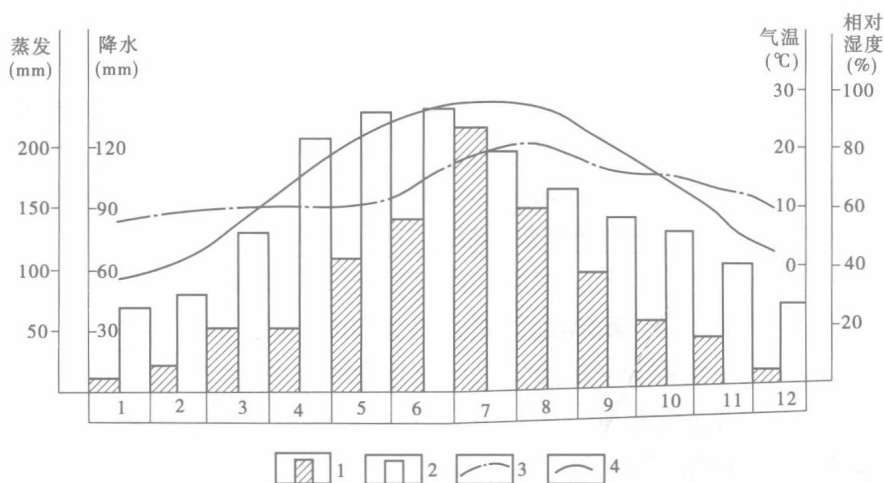
年均蒸发强度 1 119.47 mm, 主要集中在 4、5、6 月三个月, 占年蒸发量的 40% 左右 (见图 1-4)。绝对湿度 12.89 mbar。相对湿度 66.3%。

二、水文

工作区属黄河冲积平原, 以黄河大堤为界, 大堤以北区域为黄河流域, 大堤以南区域为淮河流域。黄河从工作区的北边通过, 区内发育的河流主要有黄河、枯河、贾鲁河、东风渠等。

(一) 黄河

黄河下游西起邙山桃花峪, 绕过邙山后, 流经研究区北部自西向东径流, 区内黄河水



1—降水量;2—蒸发量;3—相对湿度;4—气温

图 1-4 多年平均气象要素图

位高出大堤南侧地面 3 m 左右,向东逐渐增加至 8 ~ 10 m,称为“地上悬河”,形成地表分水岭和黄淮海大平原的脊柱。据花园口水文站 1949 ~ 2000 年资料,黄河多年平均流量 $1\,269\text{ m}^3/\text{s}$ (见图 1-5);最大实测洪峰流量 $22\,300\text{ m}^3/\text{s}$ (1958 年 7 月 17 日),最小流量 $0\text{ m}^3/\text{s}$ (1960 年 6 月 1 日)。多年平均含沙量 $26.4\text{ kg}/\text{m}^3$,最大年平均含沙量 $53.6\text{ kg}/\text{m}^3$ 。实测最大含沙量 $546\text{ kg}/\text{m}^3$ (1977 年),年输沙量 10.7 亿 t。水沙量年内分配也极不均匀。12 月至翌年 6 月含沙量较小,7 月至 10 月水沙量较大,所挟泥沙主要为悬移质,大于 0.05 mm 的粗颗粒泥沙占 30.5%,小于 0.05 mm 的细颗粒泥沙含量 69.5%(见图 1-6)。

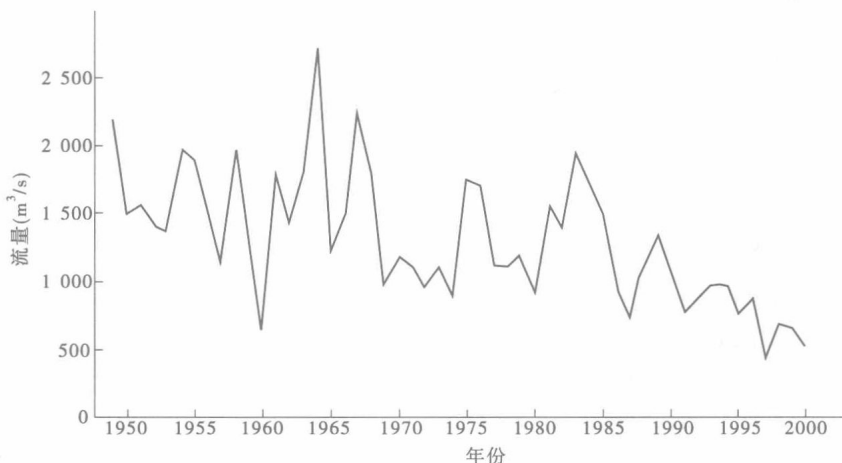


图 1-5 黄河花园口站多年平均流量曲线

20 世纪 70 年代以来,由于黄河中上游修建数座水库,来水量减少,下游河水流量日趋减少,从 1972 年到 1997 年的 26 年中,黄河下游共有 20 年发生断流,其中 1997 年断流时间长达 226 d,河道断流上端到达开封柳园口,断流河段长约 700 km,夹河滩水文站断流时间达 18 d。

据黄河花园口站 1980 ~ 1989 年水位资料统计,多年平均河水位 93.3 m,最高水位 94.17 m(1982 年 8 月),最低水位 92.12 m(1986 年 6 月)。由于受黄河流域中上游气象

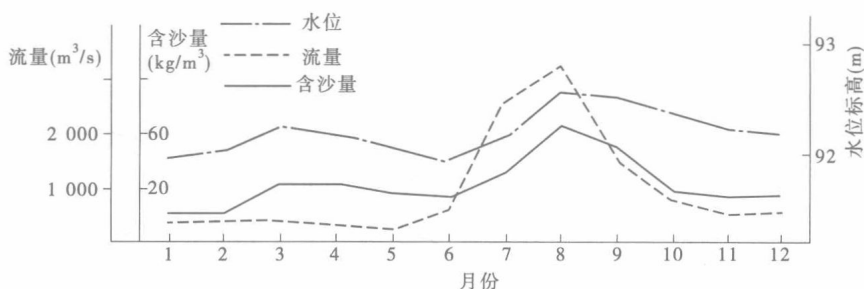


图 1-6 黄河花园口站多年平均水文要素变化曲线

要素周期性变化和水库运行方式影响,水位变化显著,连续出现 2~3 年偏高水位之后,即出现 2 年左右的偏低或低水位期。每年 10 月至翌年 6 月一般为低水位期和平水位期,7~9 月为高水位期(见图 1-7)。近年受黄河淤积影响,河道萎缩严重,同流量洪水水位显著增高,1958 年 7 月洪水最大流量 22 300 m³/s,相应水位 93.82 m;1982 年 8 月最大洪水流量 15 300 m³/s,相应水位 93.99 m;1996 年 8 月最大洪水流量 7 600 m³/s,相应水位高达 94.72 m,创该站有记录以来最高水位。



图 1-7 黄河花园口站多年水位及流量曲线

黄河小浪底水利枢纽工程位于河南省洛阳市孟津县小浪底,在洛阳市以北黄河中游最后一段峡谷的出口处,上距三门峡水利枢纽 130 km,下距河南省郑州花园口 128 km。是黄河干流三门峡以下唯一能取得较大库容的控制性工程。

1994 年 9 月主体工程开工,1997 年 10 月 28 日实现大河截流,1999 年底第一台机组发电,2001 年 12 月 31 日全部竣工,总工期 11 年,坝址控制流域面积 69.42 万 km²,占黄河流域面积的 92.3%。水库总库容 126.5 亿 m³,长期有效库容 51 亿 m³。工程以防洪、减淤为主,兼顾供水、灌溉和发电,蓄清排浑,除害兴利,综合利用。它的建成将有效地控制黄河洪水,可使黄河下游花园口的防洪标准由 60 年一遇提高到 1 000 年一遇,基本解除黄河下游凌汛的威胁,减缓下游河道的淤积。小浪底水库还可以利用其长期有效库容调节非汛期径流,增加水量用于城市及工业供水、灌溉和发电。它处在承上启下控制下游水沙的关键部位,控制黄河输沙量的 100%。

为了解决黄河泥沙淤积问题,每年的汛前进行“调水调沙”,目的是在充分考虑黄河

下游河道输沙能力的前提下,利用水库的调节库容,人为制造“洪水”,冲刷河道,输沙入海,改变黄河不平衡的水沙关系,从而减少下游河道淤积甚至达到冲淤平衡,由此可从根本上遏止河床抬高。

(二) 枯河

古称“旃然河”,系黄河支流。为季节性河流,上游分为两支,一支源于荥阳市王村镇前白杨旃然池折向东流,经河沟、新店、蒋头、柏朵、司马至竖河;另一支源于荥阳市王村镇西大村济渎池及上街区肖洼村,向东北流经刘寨、真村、山张村至竖河。两水相交后东北流,经高村、闫村、唐岗、任河、樊河、小胡村北入郑州市邙山区古荥镇,穿京广铁路,经保合寨,于岗李村北南裹头注入黄河。河道全长 40.6 km,流域面积 250.4 km²。由于上街区 and 荥阳市排污水量大增,故成为现今常年有水的小型河流。实测流量 42 237 m³/d,水质较差。

(三) 贾鲁河

贾鲁河属淮河流域,发源于新密市北部山区,主要支流有两条。西支古称“京水”,亦称贾峪河,源于新密市袁庄乡南弯长里沟,向东北流经荥阳市上湾、寺河两座小型水库,经张庄入郑州市常庄水库,在赵坡村与东支汇流。东支有三源:西源源头在新密市白寨镇圣水峪,经申河、全垌入尖岗水库;中源源头系二七区侯寨乡三李村的冰泉、温泉,流经三李村,在全垌村与西支汇流;东源源头在侯寨乡刘家沟九娘娘庙泉,流入尖岗水库。贾鲁河东西两支流在赵坡村汇流后向东北方向经西流湖、石佛、老鸦陈,在皋村穿东风渠向东经周庄、姚桥,中牟县大吴村、白沙镇、城关镇、官渡镇,经韩寺镇胡辛庄东南入开封县,向东南经尉氏、扶沟、西华至周口市汇入颍河。

贾鲁河全长 246 km,流域面积 5 896 km²,其中郑州境内河长 137 km,流域面积 2 750 km²,多年平均径流量 2.99 亿 m³,是郑州市区和中牟县的主要排涝河道。市区河段历史上最大洪峰流量,1835 年达 3 590 m³/s,1915 年达 1 015 m³/s。因黄河多次泛滥决口,沿贾鲁河入淮,造成贾鲁河淤积严重,泄洪不畅,排涝标准低,经常发生洪涝灾害。据 1954 ~ 1970 年常庄水文站资料,1956 年最大洪峰流量 400 m³/s,1958 年后,贾鲁河上游层层建库修闸和超采地下水,使泉水锐减,河道基流不足 0.4 m³/s,郑州市市区工业和生活污水大量排放,河水污染严重。

(四) 东风渠

东风渠是 1958 年为发展引黄灌溉而开挖的人工河,北起邙山区花园口镇岗李村黄河五孔闸,向南过索须河、贾鲁河,至白庙折向东南,在金水区、祭城镇贾岗闸东入七里河,干渠全长 26.2 km。

此外,区内沿黄河大堤内外两侧还分布一些零星的库塘,多是构筑黄河大堤开挖取土而成,故多沿黄河大堤两侧分布,长年有水。岗李水库面积 0.33 km²,常年接受地下水补给。

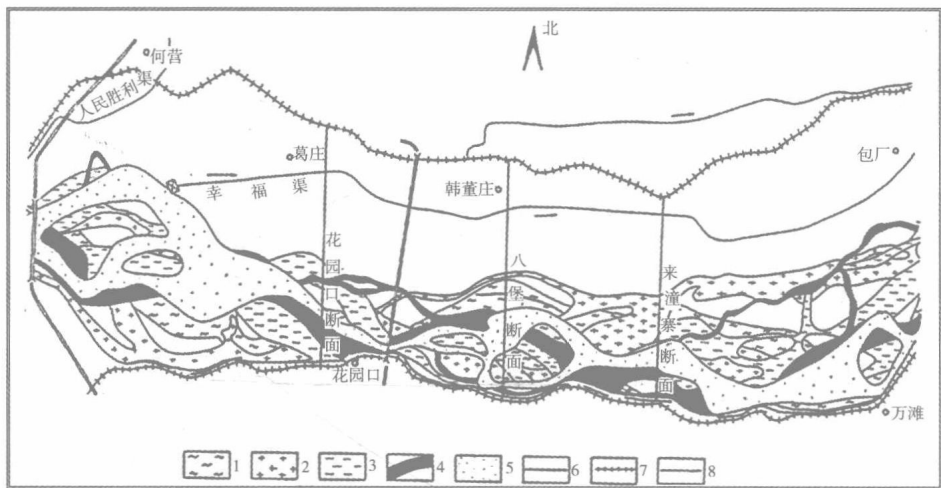
第二节 黄河下游河道变迁及沉积特点

黄河自小浪底水库出库,至荥阳郑州桃花峪进入下游段,穿行于平坦的华北平原,经河南、山东流入渤海,由于河道淤积严重,河水流量变化极大,再加上河道平坦,形成河道宽 3 ~ 8 km,水道在堤内游荡不定,状如藕节。

一、黄河下游河道变迁历史

黄河下游河道自 1855 年在兰考东坝头改道,折向东北,经台前县张庄进入山东,黄河下游段河道由于高泥沙水在此段落淤,成为强烈堆积性河段,为了减少和避免黄河水患的影响,沿岸的劳动人民在两侧筑堤防水,特别是新中国成立后国家成立了黄河水利委员会对黄河河道进行整治,黄河下游河南段河道经过控导主流、稳定河势、护滩保堤治理后,主流摆动范围由原来的 6~7 km 变为 3 km 左右。经过整治后的河道河势基本稳定在一定范围之内。

郑州北郊河段两岸堤距 8~12 km,河床宽约 5 km,河道平面形状的变化频繁而复杂,水流轨迹如辫状,主流线左右摆动无规律,一次洪水即可改变河道流向(见图 1-8)。河床高出南部堤外地面 3~4 m。



1—1935 年河道;2—1960 年河道;3—1964 年河道;4—1972 年河道;
5—1982 年河道;6—险工工程;7—黄河大堤;8—断面位置

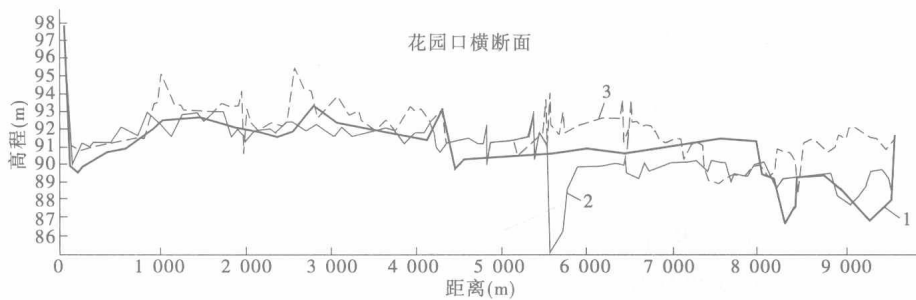
图 1-8 邙山—万滩河道平面演变图

二、黄河下游河道沉积特征

自 1855 年黄河在兰考东坝头改道,东坝头以上河段形成了高滩深槽,至 1905 年前,下游河段陆续修筑堤坝,沁河口至东坝头河段相应转为溯源淤积和塌滩淤积,目前在花园口附近还存有老滩痕迹。1935 年花园口改道后至今,受三门峡水库和小浪底水库蓄泄水的影响,在每年的调水调沙人工调控下,非汛期排放清水,汛期下排全年泥沙,花园口以上河段随来水来沙条件的变化呈现大冲大淤循环交替变化,河道内淤积物多为粉细沙,局部形成泥质细颗粒堆积,随着河床的淤积加高,但不构成稳定的隔水层,河道沙层分布上下整体连通,河水对地下水的补给环境基本稳定(见图 1-9)。

三、黄河下游河床沉积物组成

黄河下游河床沉积物,上游段沉积颗粒较粗,向下游方向,河道淤积物颗粒粒径逐渐



1—1933 年至 1936 年;2—1964 年;3—1985 年

图 1-9 黄河河床冲淤演变图

变细。垂直方向由表面向下颗粒渐粗。垂直河道方向分带明显,粗颗粒物质在主河槽中堆积,向两岸漫滩方向颗粒逐渐变细,在漫滩上洪水时淤积物,粒径小于 0.025 mm 的泥质细颗粒物质占全部沙量的 50%,主河槽内所占比例较少,5% 左右,大于 0.05 mm 的粗颗粒物质在漫滩堆积比例约占 20%;粒径大于 0.025 mm 的物质约 50% 主河槽内沉积,大于 0.05 mm 的物质 70% ~ 80% 在主河槽内沉积,大于 0.1 mm 的粗颗粒物质基本都沉积在主河槽内。

第三节 地形地貌

黄河下游地势西高东低,西部桃花峪至邙山游览区属黄土台塬地貌,沟壑纵横,邙山游览区东部平原广阔坦荡,二者高差达 100 余 m。北部黄河横贯全区,形成河谷流水地貌。

区内地貌成因类型分为流水堆积地貌和风成侵蚀堆积地貌,其形态有黄土台塬、黄河漫滩和黄泛平原(见图 1-10),现分述如下。

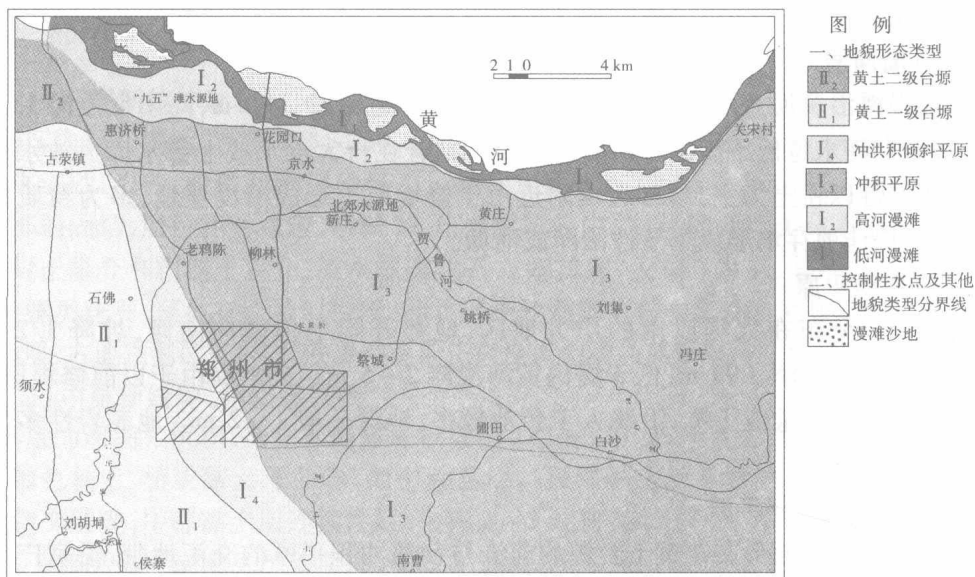


图 1-10 黄河下游郑州段区域地貌图

一、黄土台塬地貌(Ⅱ)

分布在黄河以南、京广线以西,包括邙山岭及其南部较平坦的开阔地带。地表岩性为上更新统黄土及黄土状土,组成黄土丘陵地貌景观。根据地面高程和出露形态细分为一级黄土台塬和二级黄土台塬。

(一)一级黄土台塬(Ⅱ₁)

邙山一级台塬区分布在枯河以南,地势较平坦,冲沟不甚发育,沟谷切割深度一般2~20 m,地面标高100~150 m,相对高差20 m。地表常见黑垆土和次生黄土,河谷两岸常可见到与粉土混杂的管状钙化砂砾石层。

(二)二级黄土台塬(Ⅱ₂)

二级黄土台塬是指枯河以北的邙山岭,与黄河平行呈近东西向展布。地面标高150~200 m,相对高度50~60 m,高出黄河河床100~110 m,南坡相对平缓,北坡受黄河冲刷影响,相对较陡。区内冲沟发育,冲沟多成“V”字形,切割深度30~80 m。区内黄土柱、黄土陷穴等微地貌发育。

二、堆积平原地貌(Ⅰ)

按其形态,可分为五个地貌单元。

(一)低河漫滩

低河漫滩沿黄河岸边分布,由西向东微倾斜,分布有平行河水流向的槽状洼地,主要为洪水冲蚀形成,深一般0.5~1.0 m,宽30~50 m,长度数百米,在河道两侧均有展布,尾端一般并入主河道,每年汛期淹没过水。部分地段比较低洼,洪水过后常形成季节性沼泽,枯水期沼泽消失,雨季再次形成。地表岩性主要是粉土、粉细砂,积水洼地表层岩性多为粉质黏土。

(二)高河漫滩

高河漫滩沿黄河大堤与生产堤之间展布,地面高程89~95 m,高出低漫滩1.5 m左右,一般汛期河水位低于高漫滩地面,不过水,只有在特大洪水或上部水库大放水时才过水。地表岩性以粉土为主,南部大堤附近由于修堤取土形成沿堤洼地,多为粉质黏土分布,雨季近堤洼地存水形成季节性沼泽或池塘。

(三)冲积平原

冲积平原分布在大堤以南的广大地区,地势开阔平坦微向南倾,坡降1/2 000~1/3 000,地面标高88~93 m,低于堤内黄河漫滩2~5 m。近大堤由于以前修堤取土,形成平行大堤的低洼地或土坑,沿线人工鱼池较多,池深一般1~2 m。地表岩性多为粉土和粉质黏土。

(四)冲洪积倾斜平原

冲洪积倾斜平原分布在黄土台塬的前缘与黄河冲积平原的交汇地带,沿京广铁路一线分布,地面高程一般92~132 m,地面开阔,为向东北倾斜,坡降2.5%~20%,冲沟发育较弱,切割深度小于5 m。

(五) 背河洼地

背河洼地分布于黄河大堤外侧,呈带状沿黄河大堤分布,宽度 1~4 km,地下水埋藏浅,径流不畅,形成低洼沼泽、盐碱荒地,地表岩性为粉土。

三、黄河大堤

大堤是河流地貌的边界,黄河下游除铁路桥以上为上更新统黄土台塬天然河堤外,几乎全为人工堤,它是人类活动产生的巨大营力,是人类活动施于黄河的巨大干预工程。东坝头以上河段的堤防起自明弘治年间,以后逐步完善至今,东坝头以下河段堤防在清咸丰五年(1855 年)铜瓦厢决口改道后逐步在沿岸堆积修筑起来,1950 年后曾 4 次培土加高,夯筑而成。现今的黄河大堤平工段顶宽 10 m,险工段顶宽 13 m,临背河坡坡度 1:3,底宽 58~61 m,平均堤高临河 5 m、背河 9 m。

第四节 地 层

区内第四纪地层广布,沉积厚逾 250 m,地层发育完全,早更新世区内处于下沉阶段,沉积了湖相沉积物,第四纪中更新世早期,黄土台塬地区相对抬升,露出湖面,加积了后期的风成黄土,其他地区继续沉降接受河湖相沉积。第四纪中更新世晚期,台塬以东总的趋势仍以下沉为主,但其沉降速度与幅度较以前大大减弱。黄河形成于中更新世晚期,从粗粒物质厚度分析,主河槽主要摆动于现今河床以北,故由北向南细颗粒物增多,由于沉降幅度越来越小,因此中更新世之后,各期沉积物厚度逐次渐薄。

本次研究深度 300 m 范围内的地层,岩相分析和底层组合,结合临近地区所取得的古生物,古地磁和¹⁴C 测年资料。采用区域对比的方法,进行第四纪地层成因及时代的划分(见图 1-11),区内有湖积、冲积及风积等多种成因的第四纪地层,现由老至新分区叙述如下。

一、堆积平原区

(一) 下更新统冲湖积层(Q_1^{al-1})

据区内钻孔揭示,在深 123~250 m 范围内,岩性为黄棕、浅棕红色、灰绿色黏土、粉质黏土、夹细砂、中砂、粉砂和薄层砂砾石。黏性土致密坚硬,含钙质结核。砂层分选性较好,局部弱固结,层位相对稳定,祭城 37 孔相同层位中,发现的介形类化石有纯净小玻璃介、开封土星介和粗糙土星介,淡水螺类化石以塞拉螺(豆螺)为主,其次是实螺褐土蜗,无早生螺类化石,藻类有盐城似松藻、苏北迟纯轮藻和灯枝藻。由此可见,该段为河、湖相沉积地层,古地磁测试资料,其底界与高斯正极性世中的马莫斯事件底界相当,约 310 万年。

(二) 中更新统冲、湖积层(Q_2^{al-1})

本层为河湖相沉积,据钻孔揭露底板埋深 115~120 m,厚度为 69~92 m,为棕黄、棕红、灰绿色黏土,粉质黏土与细砂、细中砂互层。顶部黏土层具管状裂缝隙,上部砂层较厚,具斜交层理,中部黏土层连续性好,夹有 2~3 层淋溶淀积层,富含钙质结核和铁锰质结核。下部层位稳定可见水平层理,祭城 37 孔同层位中介形类化石见于下部,主要有纯净小玻璃介、瘦长骊山介、海星介、小土库曼介、开封土星介和轮藻化石,上段发现有大量淡水螺类化石,底界与布容正极性世下限相对应,约 73 万年。

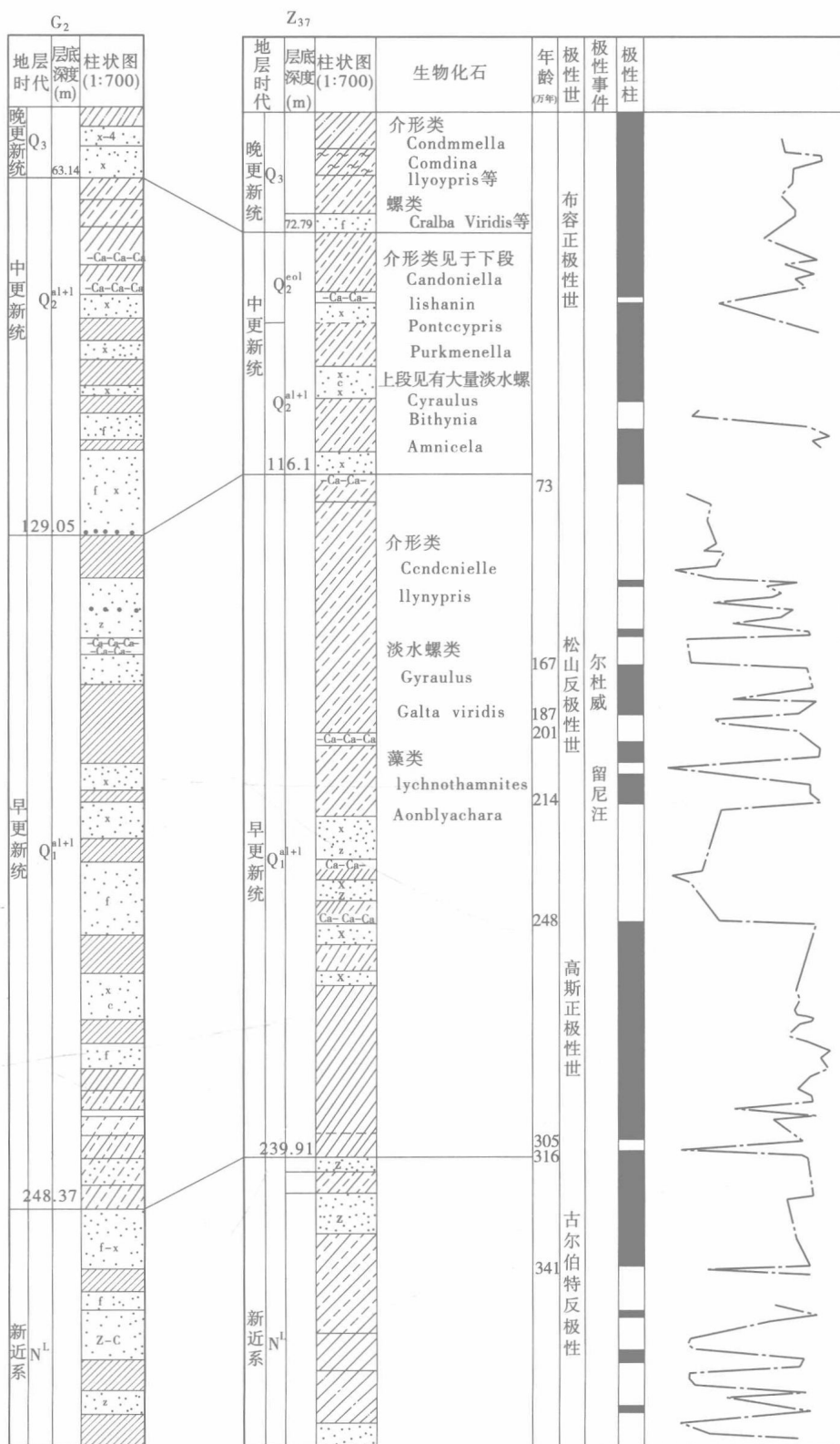


图 1-11 地层时代柱状对比图