

# 城市水资源规划

韩 群 主编

李山林 王海洋 主审



中国建筑工程出版社

# 城市水资源规划

韩 群 主编

李山林 王海洋 校审

中国建筑工业出版社

(京) 新登字035号

本书通过石家庄市水资源研究实例,利用多年系列资料,阐明城市水资源的资源量、可利用量与需求量的变化预测与综合开发规划的步骤和方法。其内容包括:水资源开发利用现状,水资源供需变化预测,水资源保护与污染治理,节约用水与产业结构调整,水资源管理体制改革,水资源综合开发规划方案等。本书内容丰富,涉及面广,开创了城市水资源系统研究的先例。可供城市建设、城市规划、水利、经济的规划、设计、教学、科研和生产管理工作参考。

## 城市水资源规划

韩 群 主编

李山林 王海洋 主审

\*

中国建筑工业出版社出版、发行(北京西郊百万庄)

新华书店经销

北京房山先锋印刷厂印刷

\*

开本: 787×1092毫米 1/16 印张: 8 $\frac{1}{2}$ 插页: 3 字数: 200 千字

1992年5月第一版 1992年5月第一次印刷

印数: 1—3,100 册 定价: 6.50元

ISBN7-112-01641-X/X·28

(6674)

**主 编：** 韩 群

**副主编：** 王开棣 刘秉良 温敬贤 穆仲义 杨树杭 田书英

**主 审：** 李山林 王海洋

**主要撰稿人**（以姓氏笔划为序）

|     |     |     |     |     |     |     |     |
|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 于周超 | 王开棣 | 田书英 | 冯秀兰 | 刘秉良 | 刘 然 | 刘新才 | 安同月 |
| 任成林 | 吕 军 | 朱德明 | 李广晶 | 杨树杭 | 张华文 | 张吕钟 | 张成龙 |
| 张绍林 | 张爱玲 | 秦洪海 | 温敬贤 | 蒋乾周 | 赫鸿钧 | 穆仲义 | 韩 群 |
| 谭学诗 |     |     |     |     |     |     |     |

# 前 言

水是一种既不可代替、又不可缺少、极为宝贵而紧缺的重要资源。它不但是世界上一切生命赖以生存的源泉，而且是人类远古文明发展的摇篮。

在科技高速发展的今天，水资源在国民经济中依然占有举足轻重的地位。只有保证水资源循序往返、川流不息，才有可能使我们聚居的城市富有活力，生机盎然。城市一旦失去了水，任何生产、交换、科研、实践都无法实现，甚至人类聚居的城市也将随之泯灭，在我国古代丝绸之路上，就不难找到这种先例，当年重兵扼守、商贾云集的城市因水源断流，现在却渺无人烟。随着国家四化建设的发展，石家庄市水资源却呈现逐年减少的趋势，市区西部已出现了一批旱庄，事实表明，石家庄市水资源矛盾已非常突出，对城市水资源进行系统研究已十分迫切。1990年由石家庄市建委为主研单位，河北省水利水电勘测设计分院、石家庄市城建局、水利局、环保局、规划局等为协作单位，完成了河北省科委下达的《石家庄市水资源可采量变化预测与综合开发规划方案》课题研究任务，并通过省级鉴定。

鉴于过去我们用定值观念研究水资源的方法已不能适应急剧变化着的客观需要，我们改用动态的观点，系统工程的方法，对石家庄市水资源各种影响因素进行系统的、全面的调查，从动态分析中摸清近、远期的水资源量，可利用量与需求量的变化预测与供需平衡，提出城市水资源的涵养、保护、补给、开发、调度、节水等一系列措施和新的途径。为了更好地完成上述任务，我们首次进行了全市污水监测、地面沉降观测及微机计算数学模型等新的观测校验研究，取得了可喜的成果，丰富了城市水资源研究的内容。经建设部、水利部等有关专家一致认为此成果选题准确及时，抓住了当前城市建设中的重要问题，有很强的实用性，为政府决策提供了大量科学依据，对我国其它城市有推广借鉴作用。

本成果1991年被河北省建委评为科技进步一等奖。同年8月经国际联机检索向美国DIALOG数据库查询，目前国外尚无此类研究成果。建设部已将此研究成果列入部1991年重点推广项目，为使科研成果迅速转化为生产力，迅速为兄弟省市经济建设、城市建设服务，特刊印成册，以便于城建、水利、城市规划、经济计划等业务部门、大专院校的科技人员、管理人员选用或参考。

本成果得到水利部、建设部、水利部海河水利委员会及省、地、市有关部门与领导的大力支持与协作，他们提供了大量资料、数据，特此表示感谢。对研究过程中付出辛勤劳动的众多科技人员表示感谢。

过去我们研究水资源多以水论水，此次以城市为对象系统地进行城市水资源研究，对我们来说尚属初次尝试，缺乏经验。它涉及社会、经济、水文地质、水利工程、市政工程、城市规划、环境保护等学科，资料信息量大，涉及面广，限于我们水平有限，时间、经验不足，不妥之处在所难免，敬请不吝赐教，是为至盼。

1991年10月10日

# 目 录

## 前 言

### 第一篇 水 资 源 现 状

|                               |        |
|-------------------------------|--------|
| 第一章 水生态环境与水文地质研究范围的选定 .....   | ( 1 )  |
| 第一节 基本概况 .....                | ( 1 )  |
| 第二节 水生态环境 .....               | ( 2 )  |
| 第三节 水文地质研究范围的选定 .....         | ( 8 )  |
| 第二章 水资源可采量的评定 .....           | ( 10 ) |
| 第一节 地表水资源可采量评定 .....          | ( 10 ) |
| 第二节 地下水资源可采量评定 .....          | ( 12 ) |
| 第三章 水资源开发利用现状分析 .....         | ( 20 ) |
| 第一节 供水设施与供水能力 .....           | ( 20 ) |
| 第二节 用水现状 .....                | ( 22 ) |
| 第三节 节水现状与节水潜力的分析 .....        | ( 29 ) |
| 第四节 水资源现状的供需平衡分析 .....        | ( 33 ) |
| 第四章 城区地下水开采现状 .....           | ( 35 ) |
| 第一节 井位分布与水质水量变化分析 .....       | ( 35 ) |
| 第二节 地下水位下降漏斗现状与变化分析 .....     | ( 42 ) |
| 第三节 西部水井枯竭原因与地下水疏干的发展趋势 ..... | ( 47 ) |
| 第五章 城区雨污水现状 .....             | ( 51 ) |
| 第一节 雨污水管道及明渠河湖水系现状 .....      | ( 51 ) |
| 第二节 雨污水排放量与污水水质评定分析 .....     | ( 52 ) |
| 第三节 污水的治理与利用 .....            | ( 59 ) |

### 第二篇 水资源供需变化预测

|                                   |        |
|-----------------------------------|--------|
| 第六章 1990、2000水平年水资源可利用量变化预测 ..... | ( 60 ) |
| 第一节 降水量变化预测 .....                 | ( 60 ) |
| 第二节 不同水平年可利用量变化预测 .....           | ( 61 ) |
| 第七章 1990与2000年需水量变化预测 .....       | ( 65 ) |
| 第一节 石家庄市人口与国民经济发展预测 .....         | ( 65 ) |
| 第二节 不同水平年需水量变化预测 .....            | ( 69 ) |
| 第三节 不同水平年水资源供需分析 .....            | ( 76 ) |

### 第三篇 水资源综合开发规划方案

|                      |        |
|----------------------|--------|
| 第八章 水资源保护与污染治理 ..... | ( 80 ) |
| 第一节 水资源污染现状 .....    | ( 80 ) |
| 第二节 水资源保护措施 .....    | ( 88 ) |

|                                |         |
|--------------------------------|---------|
| 第三节 水资源污染治理.....               | ( 89 )  |
| 第九章 节约用水与产业结构调整 .....          | ( 90 )  |
| 第一节 节水效能分析与节水措施.....           | ( 90 )  |
| 第二节 污水资源化方案的探讨.....            | ( 91 )  |
| 第三节 工业结构的调整.....               | ( 93 )  |
| 第四节 农业结构的调整.....               | ( 101 ) |
| 第十章 水资源管理体制改革的设想 .....         | ( 104 ) |
| 第一节 水资源管理体制上存在的问题.....         | ( 104 ) |
| 第二节 水资源管理体制改革的意见.....          | ( 105 ) |
| 第十一章 石家庄市水资源综合规划方案.....        | ( 108 ) |
| 第一节 水资源开发利用优化模型.....           | ( 108 ) |
| 第二节 南水北调引江、引黄工程对石家庄市供水的影响..... | ( 113 ) |
| 第三节 水资源综合开发规划方案.....           | ( 117 ) |
| 第四节 水资源供需规划展望与对策意见.....        | ( 120 ) |
| 后 记 .....                      | ( 123 ) |
| 主要参考资料.....                    | ( 124 ) |
| 基础资料 .....                     | ( 125 ) |

# 第一篇 水资源现状

本篇着重论述研究范围,介绍石家庄市概况与水生态环境,对地表水、地下水、岩溶水可采量进行评定,叙述水资源开发利用现状与地下水漏斗的发展趋势和水质污染变化,以便系统地了解石家庄市所处的水文地质环境和水资源开发利用、供需平衡的现状和问题。

## 第一章 水生态环境与水文地质研究范围的选定

### 第一节 基本概况

石家庄市位于河北省南部,太行山东麓,华北平原西缘,北临滹沱河。全市辖井陉、获鹿、栾城、正定四县和矿区、郊区、桥东、桥西、新华、长安六区。为便于阅读,将桥西、桥东、新华、长安市内四区称为“城区”,将市内四区与郊区统称为“市区”。

市区地处太行山山前冲积、洪积平原。位于北纬 $38^{\circ}5'$ ,东经 $114^{\circ}5'$ 。地形平坦,西北高、东南低,自然坡度千分之一至千分之三,海拔 $65.6\sim 89.4\text{m}$ 。市区位于滹沱河冲积扇的顶部,处于华北严重缺水地区的富水地带。

全市土地总面积 $3255\text{km}^2$ 。市区面积 $238\text{km}^2$ (其中城区 $68\text{km}^2$ ,郊区 $170\text{km}^2$ ),另有矿区 $68.6\text{km}^2$ 。1988年底全市总人口267.96万人。市区人口125.87万人(其中市内四区人口91.45万人,郊区23.02万人,另有矿区11.40万人)。

石家庄市属于暖温带半湿润季风型大陆性气候。年平均气温 $12.9^{\circ}\text{C}$ ,年际变幅 $\pm 1^{\circ}\text{C}$ ,最热月为7月,平均气温 $26.5^{\circ}\text{C}$ ,最冷月为1月,平均气温 $-2.9^{\circ}\text{C}$ 。

多年平均年降水量 $569.8\text{mm}$ ,最大年达 $1181.7\text{mm}$ (1954),最小年仅 $226.1\text{mm}$ (1972),相差5.2倍,年、季降水量变化如表1-1-1。

当保证率为50%年降水量为 $525\text{mm}$ (如表1-1-2),而在小麦返青和春播幼苗期的春季仅有 $52\text{mm}$ ,不能满足农作物的需求,因而必须采用地下水与河水进行灌溉。近年由于降水偏少,城市水资源不足,严重超采地下水,市区地下水水位急剧下降,水资源匮乏已成为石家庄市经济发展的主要制约因素。

石家庄市是河北省省会,为全省政治、经济、文化的中心。是第一个五年计划期间,全国重点建设的十四个城市之一。本市地处华北平原,附近盛产棉、麦、煤炭、石油、铝、铜、石棉、硅及多种水泥、建筑材料。位居京广、石太、石德三大铁路交点,并有京广、石沧、石太、石青、石微、石阎、京获等12条公路和京深高速公路通过。民航班机可

直达上海、广州、呼和浩特等地。邻近塘沽港、秦皇岛，交通方便。为全国距首都最近的省会城市，西临山西、内蒙两大能源基地，位于全国信息网络中心的南大门，电信、传真直通祖国和世界各地。由于这众多优越的自然条件和人文条件，使石家庄市在党的领导下，优先发展为以纺织、医药为主的轻工业城市，并成为华北军事院校和电子科研基地。

1988年全市社会总产值（1980年不变价）130.4亿元，市区工农业总产值86.7亿元，为1949年（0.6亿元）的144.5倍。市区乡以上工业总产值77.24亿元，其中市内四区为75.58亿元，占97.8%。1988年全市农村社会总产值（现行价）46.25亿元，其中农业总产值11.97亿元、农村工业总产值24.29亿元；农村商业、饮食业总产值3.25亿元；建筑业4.15亿元；运输业2.48亿元。

年季降水量变化表

单位：mm 表 1-1-1

| 时段<br>降水量<br>项目 | 年      | 春     | 夏     | 秋     | 冬     |
|-----------------|--------|-------|-------|-------|-------|
|                 |        | 3~5月  | 6~8月  | 9~11月 | 12~2月 |
| 平均降水量           | 569.8  | 70.7  | 377.9 | 105.1 | 16.1  |
| 最大降水量           | 1181.7 | 212.2 | 957.8 | 228.6 | 42.2  |
| 最小降水量           | 226.1  | 3.5   | 142.3 | 15.4  | 0.2   |

各保证率年、季降水量表

单位：mm 表 1-1-2

| 时段<br>降水量<br>保证率 | 年   | 春    | 夏    | 秋     | 冬      |
|------------------|-----|------|------|-------|--------|
|                  |     | 3~5月 | 6~8月 | 9~11月 | 12月~2月 |
| 10%              | 885 | 155  | 605  | 200   | 74     |
| 20%              | 687 | 115  | 440  | 155   | 25     |
| 30%              | 630 | 93   | 408  | 124   | 21     |
| 40%              | 585 | 75   | 368  | 113   | 17     |
| 50%              | 525 | 52   | 350  | 92    | 14     |
| 60%              | 503 | 37   | 325  | 82    | 12     |
| 70%              | 445 | 31   | 277  | 74    | 9      |
| 80%              | 440 | 28   | 247  | 57    | 6      |
| 90%              | 350 | 20   | 105  | 33    | 3      |

## 第二节 水生态环境

石家庄市是一新兴的工业城市，随着国民经济的迅速发展，工农业用水量不断增加，市内的水生态环境正在发生急剧的变化。

本市境内河流除木刀沟属大清河水系外，均属于子牙河水系，其中较大的河流有滹沱河、冶河、绵河、甘陶河、洮河等（见图1-2-1）。

滹沱河发源于山西省繁峙县，流经晋北黄土丘陵忻定盆地，东穿太行山至黄壁庄流经石家庄市。滹沱河全长540km，在市辖区境内长度为43.5km，流域面积2379.6km<sup>2</sup>。在它的干流上建有岗南、黄壁庄两座大型水库。自1970年以来，库下河床已干涸，只在汛期有时过水。

冶河是滹沱河的较大支流之一，是石家庄市重要的地表水源。冶河由绵河、甘陶河在井陘县北横口村汇合后，经威州盆地，从平山县城关注入黄壁庄水库。它的流域面积为6470km<sup>2</sup>，河长187km。由于其所经威州盆地是岩溶地下水的溢出地段，有泉水补给，水量较稳定。

绵河为冶河的西支，发源于山西省寿阳县龙潭，流域面积2736km<sup>2</sup>，河长120km，由井陘县地都入石家庄市。由于有娘子关泉水汇入，故一般年份水量稳定，年内分配均匀，便于开发利用。

甘陶河为冶河南支，发源于山西省昔阳县的窑上，从井陘西南部流入，由北横口汇入冶河，河长150km，流域面积2564km<sup>2</sup>，现建有张河湾水库一座，库下基本断流。

洮河发源于获鹿县南部上宅乡的五峰山，汇金河、石家庄南泄洪渠和总退水渠后，经栾城、赵县于宁晋县小马村北与槐河汇合，全长80余km。本河仅上游在低山丘陵区，中下游流域面积都在平原区，故一般年份多干涸，现已成为石家庄市的排污渠道。

木刀沟发源于灵寿县，流经石家庄市正定县北部，境内河长7km，流域面积171km<sup>2</sup>。由于其仅从正定县北部边缘地带穿过，故对石家庄市水资源影响较小。

除以上天然河流外，尚有对市区供水影响较大的石津灌渠。该渠自黄壁庄水库引水穿越市区北部，北支输水能力100m<sup>3</sup>/s，南支22m<sup>3</sup>/s，仅在灌溉季节向农业供水，年约140d。通过该区可向市区热电厂供水10m<sup>3</sup>/s。

据地质部门勘察，石家庄市市区地下含水层可划分为四组：

第Ⅰ含水组：含水层岩性为粉细砂、砂砾石，无完整隔水层，在石家庄市漏斗区已大部疏干。

第Ⅱ含水组：为石家庄市地下水主要开采层，占市区用水量90%以上，在西三庄以西底板埋深40~50m，含水层厚20~30m；西三庄以东分为两层，上层底板埋深30~60m，含水层厚20~30m；下层底板埋深50~100m，含水层厚30~40m。

第Ⅲ、Ⅳ两个含水组富水性差而不均，开采价值很低。

近年在获鹿县九里山及元氏县马村乡都发现有岩溶裂隙水，经初探单井涌水量为250~300m<sup>3</sup>/h，水质较好。详见图1-2-2，图1-2-3。

石家庄市是以地下水为主要水源的城市。1988年城区地下水采水量已达 $3.4 \times 10^8$ m<sup>3</sup>，因集中过量开采，地下水位连年大幅度下降，地下水水质发生很大变化。

石家庄市原地下水水质化学类型为HCO<sub>3</sub>-Ca型水和少量HCO<sub>3</sub>-Ca-Mg型水，矿化度小于0.5g/L，硬度小于17德国度，温度在14℃左右，是工农业生产的良好水源。

但市区北部滹沱河受滹化厂及电厂等污染，地下水已变为HCO<sub>3</sub>-SO<sub>4</sub>-Ca型水；市区南部因污水渠及污灌的影响，地下水已全部转为HCO<sub>3</sub>-Ca-Mg型水；西部电化厂一带则更严重，已成为氯化物型水。黄壁庄水库因受旅游区及附近机关、工厂的影响，库水

大肠杆菌群数严重超标，呈生活型污染。据1989年石家庄市环保监测站和市防疫站对全市244眼水井的监测分析：总硬度有62眼超标；六价铬有5眼超标；氰化物有30眼超标；细菌总数有52眼超标；目前，市区地下水重污染区面积约13km<sup>2</sup>，主要污染物为酚、氰、铬；中污染区、轻污染区面积约10km<sup>2</sup>；微污染区约23km<sup>2</sup>；污染物与重污染区相同。

地下水的污染源主要来自工业生产与生活排污。全市每天排放污水约 $90 \times 10^4 \text{ m}^3$ ，各类污染物约400t，主要污染物为有机物及少量重金属等。但在1985年以后，由于乡镇企业

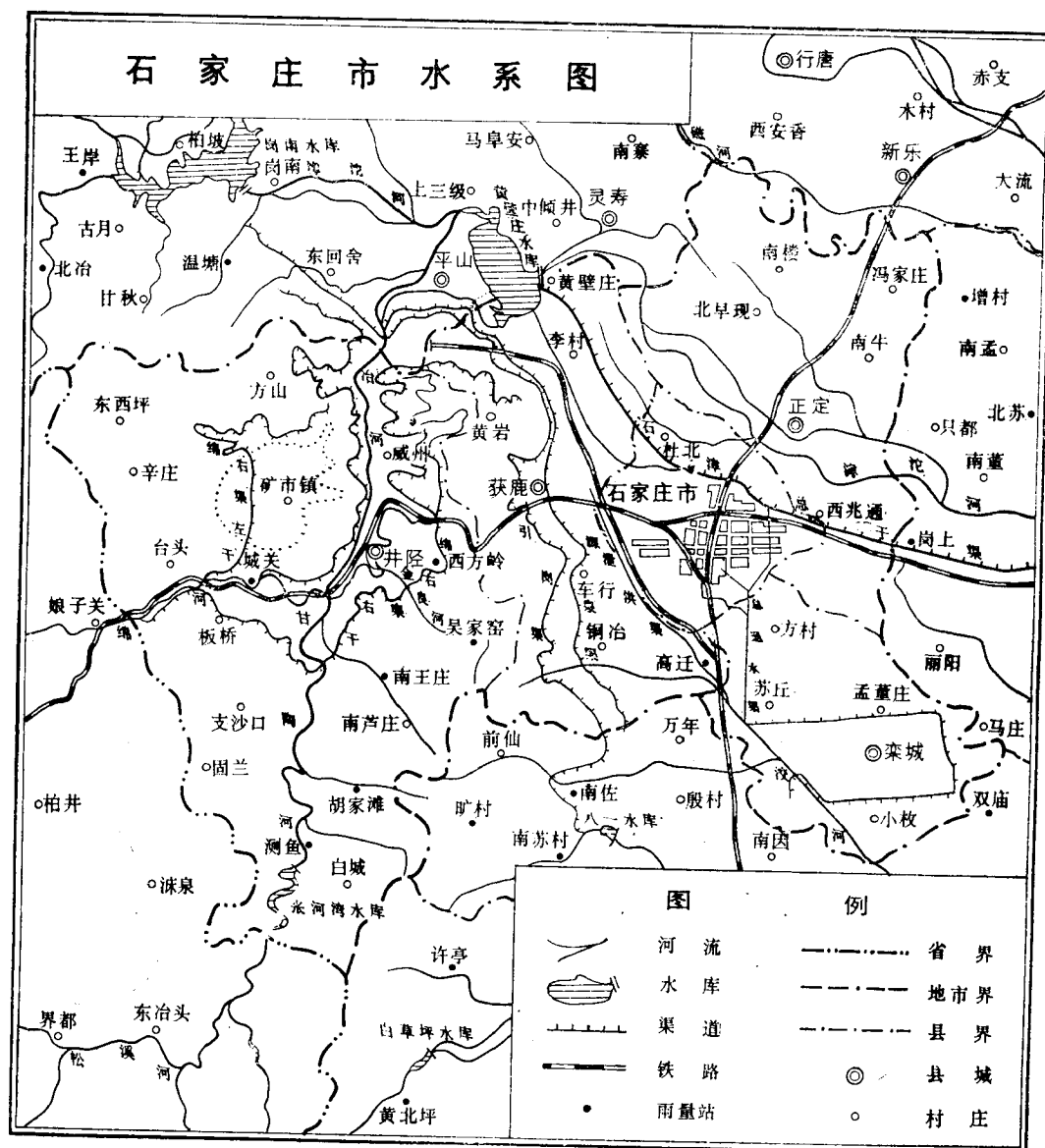


图 1-2-1

# 石家庄市综合水文地质略图

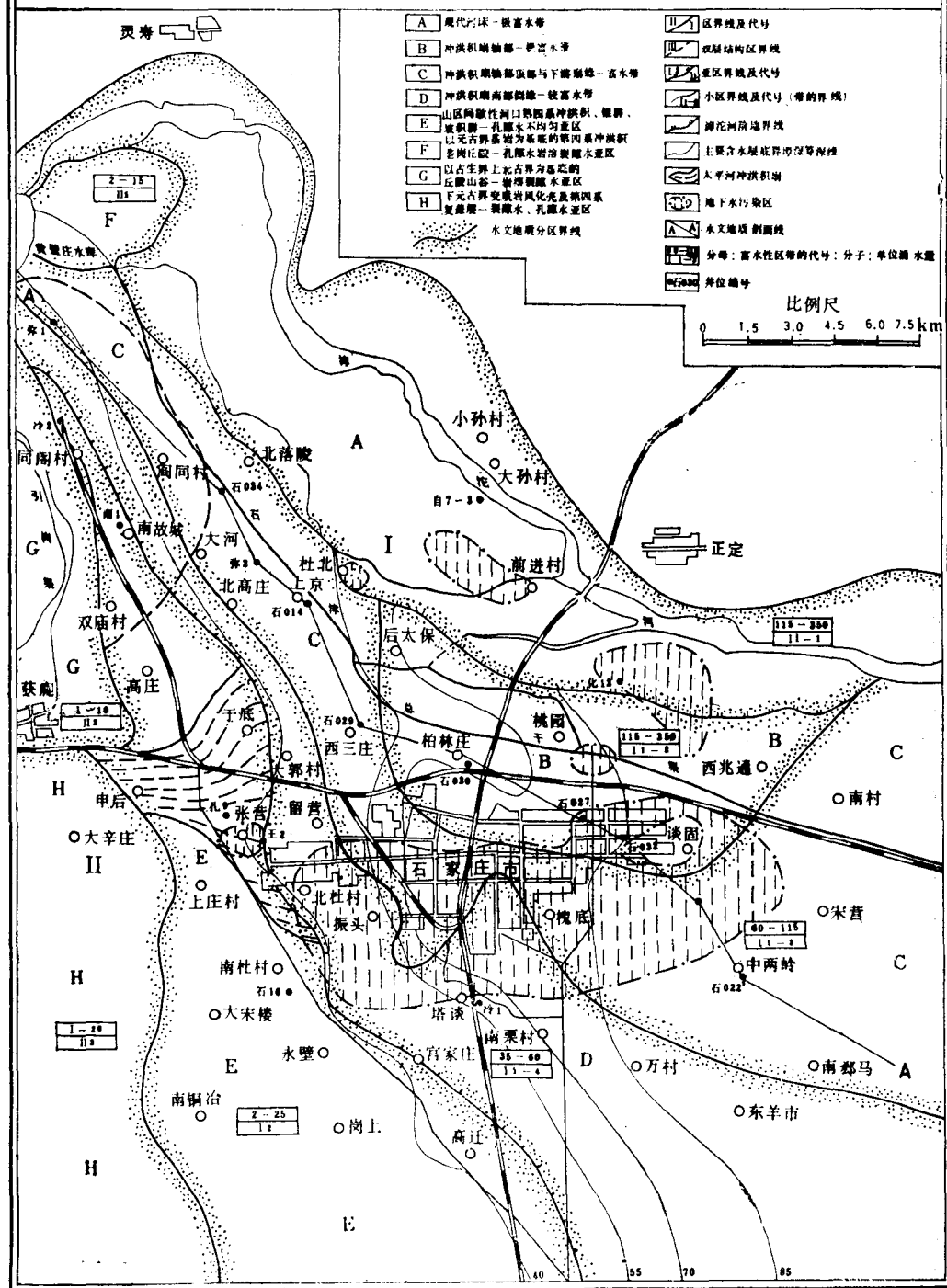
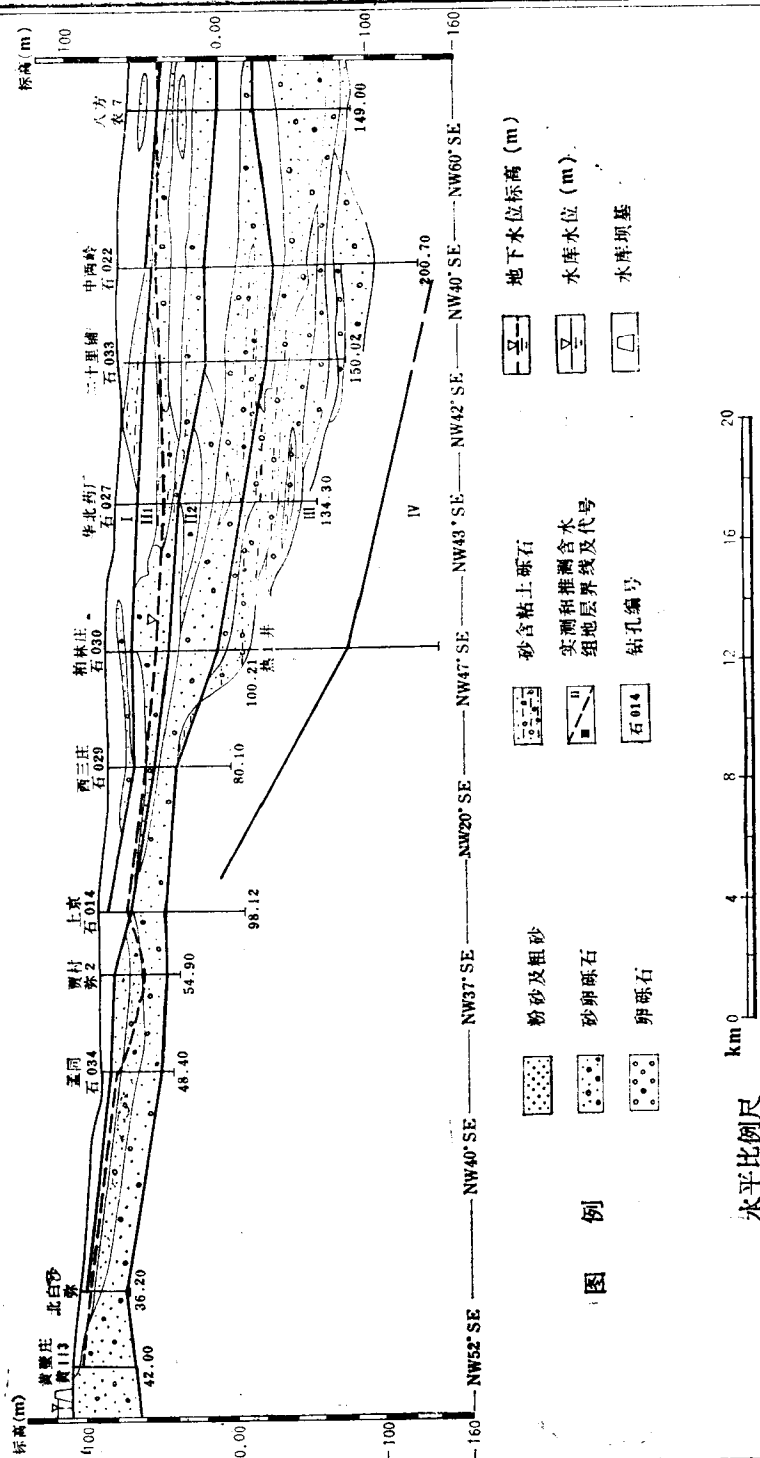


图 1-2-2

# 石家庄市水文地质剖面图

北白沙至八方村A-A



水平比例尺

km 0 4 8 12 16 20

图 1-2-3

的兴起，地下水中的污染物呈上升趋势。其酚、氰、铬的含量变化参看图1-2-4，图1-2-5，图1-2-6。

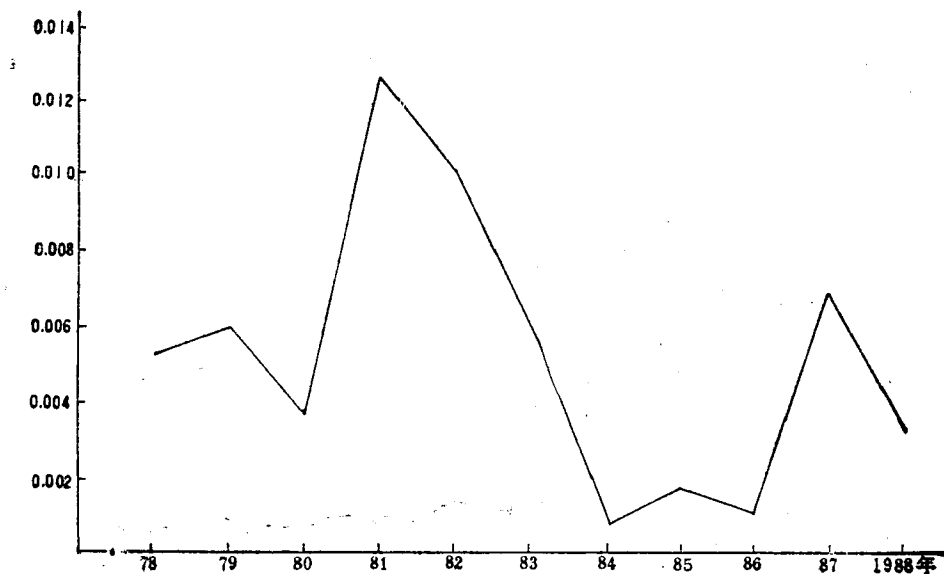


图1-2-4 挥发酚历年平均值曲线

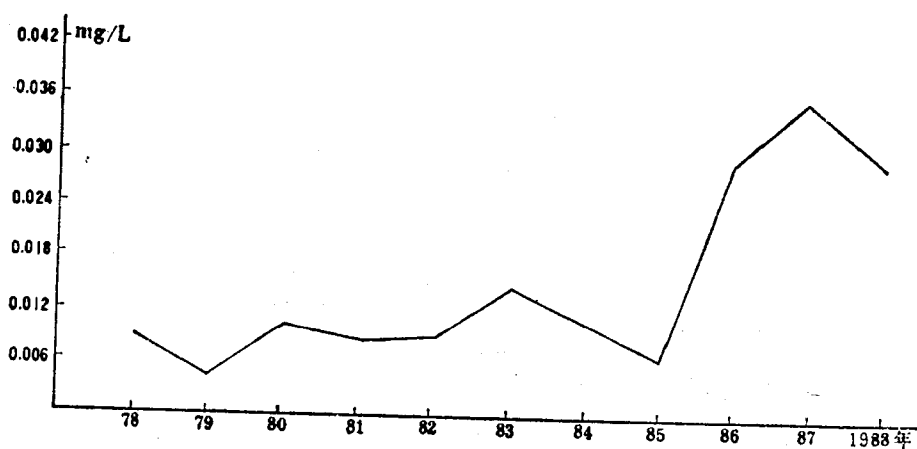


图1-2-5 氰化物历年平均值曲线

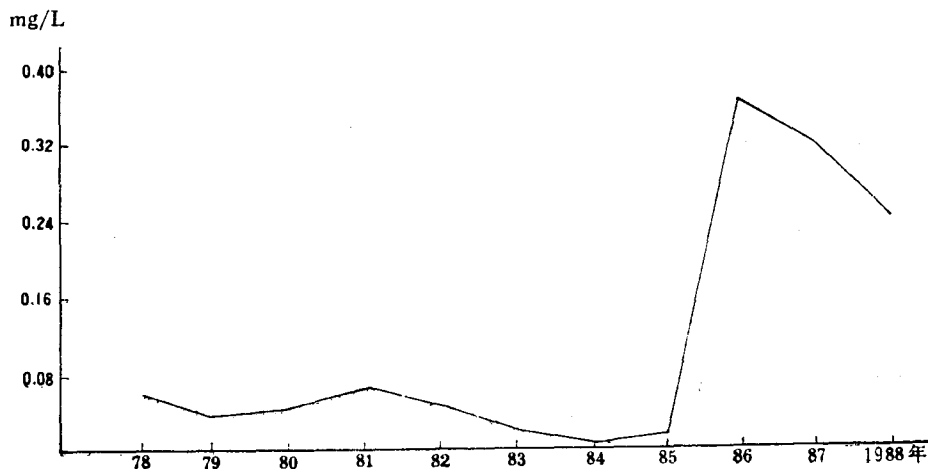


图 1-2-6 铬含量历年平均值曲线

本市污染类型以有机物污染为主。污水中含有10mg/L左右的氮、氨及微量的钾和磷。如将污水处理达到农灌标准用于灌溉，不但可以节约大量地下水资源，而且可以肥田。

### 第三节 水文地质研究范围的选定

石家庄市地处山前冲积、洪积平原，研究水资源需摸清市区及周围各县地下水的贮存、补给及排泄的条件外，还需调查侧向的补给与排泄。首先按行政区划定研究范围，便于使所需数据与历年统计年报一致；第二，按流域和水文地质单元选定研究范围。据此，在石家庄市地下水资源研究上，选定三个包围圈。第一是宏观上的大包围圈，包括石家庄东部平原区所属的15个县，其面积为6759km<sup>2</sup>；第二圈是当前石家庄市地下漏斗区，包括正定、获鹿、石市、栾城共1405km<sup>2</sup>。另外，考虑藁城市邱头石油化工区的发展，及远期预测的需要，也作了包括藁城市在内的2218km<sup>2</sup>的计算工作；第三圈是石家庄市的城区与郊区，面积为238km<sup>2</sup>。这样三个包围圈一环套一环，既有直接开采区的地下水资源评价，又有间接影响区水资源的计算作验证，更有较大范围水资源评价作校核，避免孤立分析产生的人为误差，提高地下水资源评价的精度，见图1-3-1。

此外，从环境水文学的观点，研究范围可概括为“三河、三库、一地下”（三河指滹沱河、冶河、洺河；三库指岗南、黄壁庄、张河弯水库；一地下指平原区地下水）。这样从地上至地下相互验证，便于对石家庄市的水生态环境作出详细论述，对石家庄市水资源作出正确的评价。

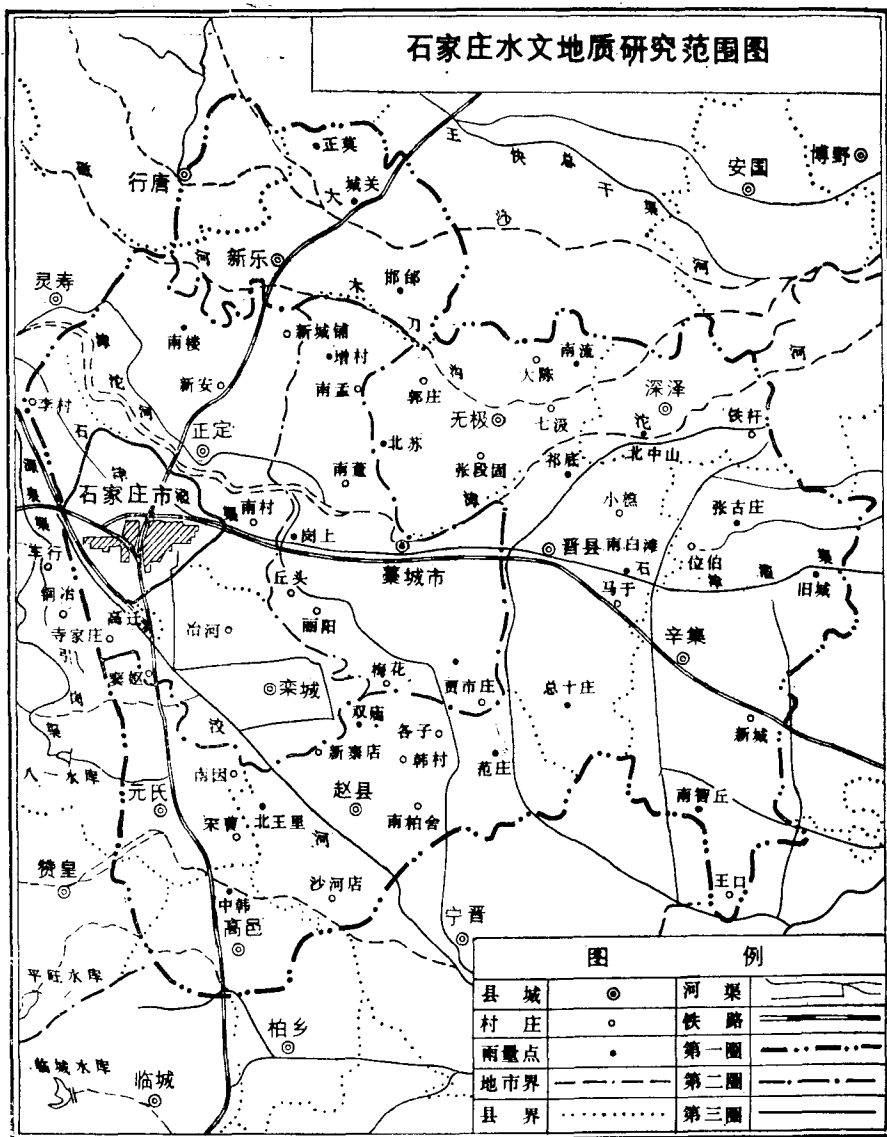


图1-3-1

## 第二章 水资源可采量的评定

### 第一节 地表水资源可采量评定

#### 一、地表水资源量的计算

石家庄市地表水资源由自产径流与外来客水两大部分组成。

##### (一) 自产径流

自产径流是降水在市域内所产生的天然径流量。石家庄市自产径流量计算是依据全市及各县区1956~1988年径流深系列进行的。其中：1956~1984年径流深系列采用“石家庄市水利区划”数据，1985~1988年各径流深值通过径流与降水的相关分析求出。

将上述各系列进行频率计算，得出全市各县区的年径流深特征值，列入表2-1-1。

石家庄市自产径流深特征值统计表

表 2-1-1

| 县区 | 系列年数 | 年 径 流 深 (mm) |      |     |      |       |      |       |       |       |       |
|----|------|--------------|------|-----|------|-------|------|-------|-------|-------|-------|
|    |      | 最大值          | 年份   | 最小值 | 年份   | 均值    | Cv   | Cs/Cv | P=50% | P=75% | P=95% |
| 井陘 | 33   | 680.0        | 1956 | 0   | 1986 | 132.2 | 0.90 | 2.5   | 92.6  | 46.3  | 29.1  |
| 矿区 | 33   | 619.0        | 1956 | 0   | 1986 | 116.0 | 0.85 | 2.0   | 89.8  | 45.5  | 11.7  |
| 获鹿 | 33   | 531.8        | 1963 | 0   | 1986 | 92.3  | 1.10 | 2.5   | 53.5  | 26.7  | 18.5  |
| 市区 | 33   | 401.7        | 1963 | 0   | 1986 | 46.0  | 1.45 | 2.0   | 20.2  | 4.1   | 0     |
| 栾城 | 33   | 331.0        | 1963 | 0   | 1986 | 29.3  | 1.62 | 2.0   | 11.4  | 1.1   | 0     |
| 正定 | 33   | 309.0        | 1963 | 0   | 1986 | 40.1  | 1.62 | 2.0   | 15.6  | 1.6   | 0     |
| 全市 | 33   | 495.5        | 1963 | 0   | 1986 | 88.5  | 1.10 | 2.5   | 51.3  | 25.4  | 17.7  |

注：1. 表中市区含城区和郊区。

2. Cv—离差系数；Cs—偏差系数。

通过年径流深值及各县区相应的产水面积，求出年径流总量。全市多年平均年径流总量为 $2.88 \times 10^8 \text{ m}^3$ ，折合年径流深为88.5mm。各县区多年平均和不同代表年的年径流量详见表2-1-2。

##### (二) 外来客水

石家庄市外来客水由三部分组成：一是经冶河及其支流绵河、甘陶河来自山西省入境水量；二是岗南、黄壁庄两大水库给我市分配的水量；三是经滹沱河干流流入我市的入境水量。

经冶河的入境水量是我市井陘县的主要水源。其西支绵河由于有著名的娘子关泉水注入，水量稳定，年内分配比较均匀，为井陘县绵右渠和人民渠的水源。其南支甘陶河上建