

栾城县农业自然资源调查 和农业区划报告

水 利 资 源



中国科学院
河北省 栾城自然资源考察队

栾城县水资源及其利用

(简要报告)

中国科学院
河北省栾城自然资源考察队水利组

一九七九年九月

目 录

前言.....	(1)
一、水资源形成条件.....	(2)
二、水资源利用现状.....	(7)
三、水资源计算及其评价.....	(11)
四、水资源开发利用中的问题和建议.....	(18)

附图：

1. 栾城县水文地质概况图和含水层剖面图
2. 栾城县水资源综合利用现状图

附专题报告：

1. 栾城县地下水资源调查报告
2. 栾城县污灌区污染现状调查及其初步评价
3. 栾城县地表水资源调查报告
4. 栾城县农田灌溉制度调查报告。

前 言

栾城县是中国科学院选定的“农业现代化综合科学试验基地”之一。为了制定农业现代化总体规划，于1978年至1979年由中国科学院和河北省委领导组织了栾城县自然资源综合考察队，对栾城县农业自然条件，自然资源和综合农业区划进行了综合考察研究。其中水利组承担的主要任务是：（1）栾城县地下水资源的分布规律和利用现状及其开发利用方案；（2）地表水资源的分布和利用；（3）污水灌溉现状及其污灌区污染的初步评价；（4）农田灌溉制度和科学用水问题。

通过一年多的调查、实验、分析研究，对栾城县水资源的形成、分布、利用及其存在的问题有了初步认识，对栾城县农田灌溉制度和污灌区的污染现状进行了初步评价，并提出一些建议，编写了有关地下水、地表水、污水灌溉、农田灌溉制度等四个专题报告及相应的图件。同时在考察期间，还举办了多次业务训练班，为县培养了五十名水利技术人员。

参加并完成以上任务的协作单位有河北省地质局第九地质大队，栾城县水利局，河北师范大学地理系，河北省水文总站，中国科学院石家庄农业现代化研究所，石家庄市环保所，石家庄地区环保所，石家庄市城建局养护处，石家庄地区水文站，河北省水科所，河北省水文地质工程地质大队等12个单位50多名科技人员参加。

此外，华北水电学院，华北农机化学院，北京师范学院地理系，河北农大农田水利系，河北水利专科学校，河北省环境保护办公室等也对本次考察工作给予了大力支持。

一、水资源形成条件

1. 水文地质条件

栾城县属于华北平原的一部分，为太行山山前倾斜平原水文地质区。主要由滹沱河冲积洪积扇和槐河、小洨河冲积洪积扇及两者之间的扇间洼地组成。地形平缓，由西北向东南倾斜，相对高差最大 20 余米，海拔 45—65 米，地面比降 0.5—1 ‰。

本区在大地构造上属于华北陆台的沉降区。从中生代燕山运动以来一直处于下降状态，到第四纪平原地区仍在继续下降，所以第四纪沉积物厚达 300—400 米。岩性主要为松散沉积物，以亚粘土为主，其次是砂、砾石层；组成物质的颗粒由西北向东南逐渐由粗变细，厚度由厚变薄。下伏基岩为上第三系(N_2)紫红色巨厚粘土夹薄层砂砾岩。这种地质地貌条件对本区地下水的形成，分布和运动规律起着控制作用。

县内地下水主要是第四系孔隙潜水和承压水，补给来源以大气降水为主，地下水流向与地形一致，由西北向东南流动。地下水径流排泄条件良好，水化学类型浅层水以重碳酸氯化物钙、镁水为主，深层水为重碳酸钙镁水，矿化度 <0.5 克/升。地下水埋藏深度 4—12 米，有四个含水组，15—26 个含水层，含水层厚度一般 2—20 米（见表 1）。含水层的富水性良好，但在地区上有明显差异，单位涌水量西北部 50—70 吨/时米，中部 30—50 吨/时米，而东南部小

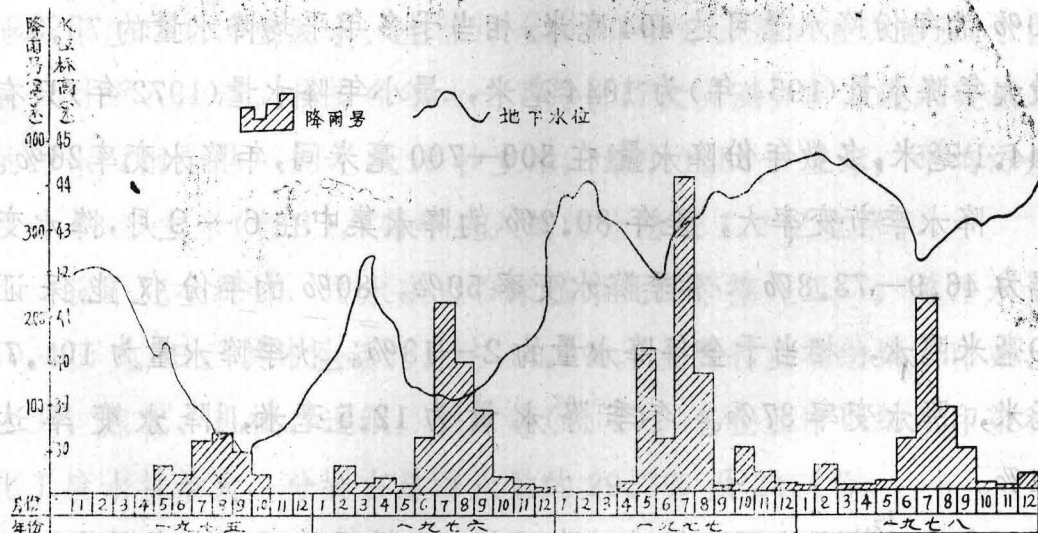
于30吨/时米。西部局部地区还有承压水。

表1—第四系含水组水文地质特征

含水组名称	时代	岩性	单层厚度 (米)	层数	底板埋深 (米)	富水性 (吨/时米)
第Ⅰ含水组	Q ₄	细砂和中砂	2—5	0—2	12—20	无单独成井条件
第Ⅱ含水组	Q ₃	粗砂中砂及卵砾石层	5—20	3—7	60—120	30—70
第Ⅲ含水组	Q ₂	中细砂及少量砂砾石层	3—10	5—10	160—230	15 (仅有一井资料)
第Ⅳ含水组	Q ₁	细砂及中粗砂	5—15	7	308	10.3 (仅有一井资料)

本区地下水动态变化主要受大气降水及人工开采两种因素控制。地下水位年变化幅度2—4米，局部地段大于4米。一般7—9月份，由于降雨量增加，开采量减少，所以自9月份水位开始回升，至次年的1—3月初水位最高。3月下旬至4月初，随着春灌季节的到来，水位开始下降，到7—8月降至最低水位(插图)。

栾城县后表塚观测站地下水位动态与降雨量关系曲线图



第Ⅰ含水组无单独成井条件。第Ⅰ、Ⅱ含水组之间无较厚的稳定隔水层，因此具有密切的水力联系，是目前开采的主要含水组，均为混合开采。第Ⅲ、Ⅳ含水组现基本上尚未开采，仅据栾1、栾2号孔的观测资料（一个水文年）均为承压水。水头高于Ⅰ、Ⅱ含水组（段）的水位，而第Ⅳ含水组的水头又高于第Ⅲ含水组（见表2）。水位变化明显，其变化规律与第Ⅰ、Ⅱ含水组基本一致。

表2—第Ⅰ、Ⅲ、Ⅳ含水组水位对照

孔 号	位 置	井 深 (米)	用 砂 段 (米)	水位埋深 (米)	水位标高 (米)
栾 1	城关公社王家庄	383.4	260—380	+2.38	56.45
栾 2	城关公社西街	272.4	170—268.7	2.56	51.58
G 50	城关公社王家庄	41.5	10—40	3.12	44.39

2. 水文条件

本县属于华北暖温带半湿润地区，是冀中少雨区的边沿。多年平均年降水量536.7毫米，其特点是年际变率较大，季节分配不均。80%的年份降水量可达404毫米，相当于多年平均降水量的75.3。最大年降水量（1954年）为1044毫米，最小年降水量（1972年）只有244.1毫米，多数年份降水量在300—700毫米间，年降水变率26%。

降水季节变率大，全年80.2%的降水集中在6—9月，降水变率为46.9—73.8%。春季降水变率59%，80%的年份仅能保证29毫米降水，相当于全年降水量的2—13%。秋季降水量为101.7毫米，降水变率37%。冬季降水量为12.5毫米，降水变率达54%。

全县无较大的河流经过，除石家庄市排污总干渠东明渠外，全

县没有常年性河流，洺河，古运河为全县主干泄洪排涝河道。

(1) 洺河：发源于获鹿县南部的五峰山，经过本县的西南部，经赵县于宁晋县小马村北与槐河汇合，全长80多公里，汇流后称北沙河。进入县境以前的流域面积 272.9 平方公里。县内洺河排泄来自东明渠的污水，河流本身的特点是支流多而短小，汛期源短流急，洪水来势凶猛，在历史上经常造成洪涝灾害。

(2) 北沙河和潞龙河：为洺河的支流，均发源于太行山东麓，长约 40 公里，流入县内以前的流域面积 432.5 平方公里，两河分别在沿村和宿村附近流入洺河。由于两河上游修建许多水库，下游河道基本断流，属于季节性河流。

(3) 运粮河：又名冶河，历史上曾为漳沱河的分洪道，呈西北—东南向纵贯全县的中部，全长 33 公里，集水面积约 200 平方公里，于赵县大石桥汇入洺河，是主要的排水通道。但由于长年无水，许多河段已筑坝为路或平整为耕地。

(4) 东明渠：为石家庄市总排水干渠，全长 11 公里，主要排泄石家庄市的工业废水、生活污水和 80 平方公里的泄洪排涝，于段家营附近入洺河。根据今年 4—7 月份 17 次实测资料，进入栾城县的污水（南栗站）最大 8.18 秒立米，最小 1.83 秒立米，平均污水量 3.83 秒立米（表 3），每年进入的污水总量 1.2 亿立米。

据不完全统计，污水来自石家庄市几百个排污工厂，总污水量 50.4 万吨/日，其中生活污水占 14.9%。主要行业有纺织、印染、化工、焦化、机械、造纸，医疗等（表 4）。各企业中以纺织印染和化工废水量最大，分别占总污水量的 29.7% 及 24.1%。

表 3 — 东明渠和洨河污水水量

测站号	站名	位置	测定次数	最大流量		最小流量		平均流量 (秒立米)
				流量 (秒立米)	出现 时间	流量 (秒立米)	出现 时间	
1	南栗	南栗村东	25	8.18	4月28日	1.83	5月7日	3.83
2*	十三孔桥	十三孔桥	21	2.73	5月10日	0.13	5月28日	0.75
3	段家营	苏邱闸南	11	6.83	4月28日	1.24	6月21日	4.18
4	龙门	水么头桥	17	12.19	7月24日	0.25	5月26日	4.62
5	汪家庄	东明渠与洨河交界桥	17	15.77	7月30日	0.64	5月7日	6.23

* 此站为洨河上游来水量

表 4 — 石家庄市不同企业污水排放量

类 型	供 水 量 (吨/日)	排 水 量 (吨/日)	比 例 (%)
纺 织 印 染	164,171	149,557	29.68
化 工	122,604	121,539	24.12
焦 化	58,500	56,500	11.21
机 械	59,477	49,376	9.80
造 纸	30,580	27,330	5.42
玻 璃	4,658	4,235	0.84
食 品	4,405	4,119	0.82
医 疗	6,350	5,690	1.13
院 校	3,460	2,545	0.51
生 活 污 水	112,000	750,000	14.88
其 他	11,152	7,975	1.58
合 计	577,357	503,866	100

二、水资源利用现状

栾城县以开发利用地下水为主，其次是污水，地表水基本上没有利用。1973年全县实现水利化。全县47万亩耕地不仅有比较充足的水源，而且拥有比较先进的灌溉设施。

1. 地下水利用现状

本区地下水较丰富，是目前农田灌溉的主要水源，而且在历史上是悠久的井灌区。全县现有农灌机井4919眼，其中农用机井4765眼，每眼井灌地72—126亩，平均百亩一井。机井密度11—16眼/平方公里(表5)。排灌动力为7.4万马力，平均每马力负担耕地6.4亩(见附图2)。井深大部分小于80米，其中40—60米的机井占50%以上，小于40米占30%，大于60米的机井不足20%。现主要开采段为第Ⅰ和第Ⅱ含水组，年采水量1.1—1.4亿立米，最高采水量曾达到过2亿立米。开采强度最高49万立米/平方公里，最低28.6万立米/平方公里，平均34.6万立米/平方公里(表5)。由于开采浅层地下水过于集中，特别是遇到干旱年份，所以出现地下水位大幅度下降，使南部地下水位下降较深，但从75年以来，地下水位又开始逐年回升。

栾城县井灌历史虽然悠久，但灌溉事业的发展还是在解放以后，特别是1970年以来，农田灌溉事业得到迅速发展。过去的砖石井逐渐被木管井、水泥管井所代替。提水设备由辘轳水车逐步被机电水泵代替，现在机电灌溉已经全部取代了人畜力。机电双配套由1957年的118眼发展到1978年的3939眼；每年浇水次数由1—2次增加到7—8次；灌溉定额由1949年的50—60立米/亩增加到1977

表 5 — 栾城县地下水开采量统计

公 社	开 采 量 (万立方米/年)	开 采 强 度 (万立方米/ 平方公里)	机 井	
			眼 数	密 度 (眼/平方公里)
方 村	765.2	28.1	390	11.9
楼 底	649.6	29.5	354	13.0
苏 邱	369.2	28.5	217	13.9
陈 村	781.8	27.8	364	10.9
马 家 庄	550.0	28.1	326	14.7
西 营	693.9	28.0	454	15.0
豆 姬	485.5	30.3	306	14.6
冶 河	734.2	28.6	368	11.9
郝 马	1,042.7	49.0	310	12.4
城 关	355.1	43.6	173	16.1
聂 家 庄	558.4	39.4	239	14.5
孟 董 庄	711.7	41.6	242	12.5
城 郎	945.2	40.5	326	11.9
南 高	809.7	41.5	294	13.0
西 安 庄	476.8	41.3	196	14.4
小 枚	853.5	40.0	360	14.1
合 计	10,782.4	平均34.6	4,919	平均13.1

年的 450—500 立米/亩(表 6)。粮食产量以小麦为例, 每亩单产由 1949 年的 131 斤提高到 1978 年的 754 斤。

2. 污水灌溉现状

栾城县农田灌溉水源除主要利用地下水外, 还引用东明渠污水灌溉。污灌区目前主要包括方村、楼底、苏邱、陈村、马家庄、西

表 6 — 栾城县农田灌溉发展状况

时间	砖石井 (眼)	木 管 机 井 (眼)	水 泥 管 井 (眼)	辘 辘 井 (架)	水 车 (架)	实用井 (眼)	机 井 配 套 (眼)	小麦灌溉 定 额 (立米/亩)	小 麦 产 量 (斤/亩)
1949	15,355	—	—	5,000	1,500	15,355	—	50—60	131
1957	15,424	575	—	—	5,000	16,049	118	70—100	224
1962	10,565	2,007	—	—	—	12,572	1,050	40—60	193
1969	2,315	2,984	160	—	—	5,519	1,734	200—250	274
1973	—	1,012	3,012	—	—	4,085	3,187	250—300	550
1974	—	—	4,116	—	—	4,176	3,726	400—500	595
1977	—	—	4,483	—	—	4,483	3,969	400—500	502
1978	—	—	4,625	—	—	4,625	3,939	350—400	754

营、窦姬等七个公社,污灌面积 13.7 万亩,约占全县总灌溉面积的十分之三。其中以方村公社灌溉面积最大,占污灌总面积的 25%,其次是陈村占 20%(表 7,附图 2)。

污灌区已有 20 多年的污灌历史,其灌溉面积逐年扩大。若以灌溉年限统计,20 年以前污灌面积只有 4660 亩,占现有总污灌面积仅 3.4%,但近 10 余年来,污灌面积已增加了 7.5 万亩,占现有污灌面积的 53.9%(表 7)。以作物播种面积统计,其中小麦占 41.1%,玉米占 25.4%,棉花占 15.4%,秋粮占 18.1%。

根据初步统计,进入栾城县内的污水量 1.2—1.4 亿立米/年,已利用量 0.3—0.4 亿立米/年,最高达 0.5 亿立米/年。1978 年统计计算利用量 0.4 亿立米/年,占进入栾城县境内污水总量的 33.3%,占全县水资源利用总量的 26.7%。其中以方村公社污水利用量最大,占污水总用量的 25%(表 7)。按作物分配,小麦占 68%,玉

米占12.1%，棉花占11.6%，秋粮占8.3%，每亩灌溉定额约300立
米。

表7—栾城县污水灌溉面积统计

单位亩

公 社	污 灌 >20年	污 灌 15—20年	污 灌 10—15年	污 灌 <10年	总污灌 面 积	比 例 (%)	污水量 (万立 米/年)
方 村	600	21,486	7,100	4,942	34,128	24.99	1,023.8
楼 底	3,910	7,115	6,950	6,015	23,990	17.57	715.9
苏 邱	—	2,528	10,279	3,549	16,356	11.95	490.68
陈 村	—	—	500	26,621	27,121	19.86	813.63
马 家 庄	—	—	—	24,300	24,300	17.80	729
西 营	—	—	—	6,440	6,440	4.72	193.2
豆 姬	150	—	1,000	2,153	3,303	2.41	99.09
冶 河	—	—	—	904	904	0.66	27.12
合 计	4,660	31,129	25,829	74,924	136,542	100	4,096.26
(%)	3.41	22.80	18.92	53.87	100		

县内地表水基本上没有利用，现有河道主要起排洪防涝作用。洺河、北沙河以及潞龙河上游获鹿、元氏两县已建成中小型水库31座，总库容1.1亿立米。1968年治理了洺河，现称新洺河，防洪标准十年一遇，防涝标准三年一遇。县境出口设计最大流量为680秒立米，洪涝灾害基本得到控制。

全县自然坑塘800余个，总容积约0.1亿立米，面积约3914亩。其中一亩以上的坑塘有600余个，面积2910余亩。长年有水的坑塘140个，面积870亩，多半集中在北部12个公社。这些坑塘基本上没有利用，多数坑塘仅在雨季短期有水。

三、水资源计算及评价

1. 地下水资源的计算及评价

对一个地区地下水资源的计算和评价，首先分析它的补给、排泄和储存的相互关系，确定允许开采量，通常利用均衡法，其均衡要素如下：

补给量：包括侧向流入量($Q_{侧}$)，降雨入渗量($Q_{渗}$)，回归入渗量($Q_{回}$)，越流补给量($Q_{越}$)。

排泄量：包括侧向流出量($Q_{侧出}$)，开采量($Q_{采}$)，蒸发量($Q_{蒸}$)。

地下水的储存量（疏干量）可以写成如下均衡方程式：

$$Q_{侧} + Q_{渗} + Q_{回} + Q_{越} - Q_{侧出} - Q_{采} - Q_{蒸} = Q_{存} \dots\dots\dots (1)$$

计算参数的选择主要资料依据有：(1) 25眼井的水位观测资料；(2) 各公社多年降雨资料；(3) 45眼机井的简易抽水资料；(4) 给水度及降雨入渗系数的推算；(5) 采水量及污灌水量的估算：

只考虑水位、降雨、开采量及侧向补给量时，其计算方程为：

$$\mu(h_0 - h)' + \alpha p' = Q_{采} - Q_{侧}/F \dots\dots\dots (2)$$

$$\mu(h_0 - h)'' + \alpha p'' = Q_{采} - Q_{侧}/F \dots\dots\dots (3)$$

式中： p —为时段内的降雨量（米）

h_0 、 h —分别为时段初末的水位标高（米）

μ —给水度

α —入渗系数

F —计算区的面积（米²）

联解方程（2）和（3）

$$\text{令：} \Delta = \Delta h' \cdot p'' - (-\Delta h'' \cdot p')$$

$$W = (Q_{\text{采}} - Q_{\text{侧}}) / F$$

$$\mu = \frac{W'P'' - W'' \cdot P'}{\Delta} \dots\dots\dots (6)$$

$$\alpha = \frac{\Delta h' W'' - (-\Delta h \cdot W')}{\Delta} \dots\dots\dots (7)$$

如果考虑灌溉对地下水有回补作用，并设回补渗入系数与降雨入渗系数相等，则方程为：

$$\mu(h_0 - h') + \alpha [p' + (Q_{\text{采}} + Q_{\text{污渗}})' / F] = W' \dots\dots\dots (4)$$

$$\mu(h_0 - h'') + \alpha [p'' + (Q_{\text{采}} + Q_{\text{污渗}})'' / F] = W'' \dots\dots\dots (5)$$

$$\text{令: } m = p + (Q_{\text{采}} + Q_{\text{污}}) / F$$

$$\Delta = \Delta h' \cdot m'' - (-\Delta h'' \cdot m')$$

$$\mu = \frac{W' \cdot m'' - W'' m'}{\Delta} \dots\dots\dots (8)$$

$$\alpha = \frac{\Delta h'' \cdot W'' + \Delta h' W'}{\Delta} \dots\dots\dots (9)$$

根据各均衡要素，计算出各项要素的具体数值(表8)。

表8—栾城县地下水各均衡要素计算结果

时 段	Q _采 (米)	Q _侧 (米)	Q _污 (米)	P (米)	Δh (米)	备 注
1977年 上 半 年	0.1390	0.002443	0.09870	0.0309	1.226	下半年 水 位
1977年 下 半 年	0.05649	0.003855	0.03409	0.694	2.386	回 升

将表8的各项数据分别代入(6)和(9)式，求出栾城县平均给水度(μ)和入渗系数(α)(表9)。

应用公式(8)和(9)计算了各公社的给水度和入渗系数。其给水度最高为0.11，最低0.03，平均0.06。入渗系数最高0.42，最低

表9—栾城县给水度和入渗系数

利 用 方 程	给 水 度 (μ)	入 渗 系 数 (α)	备 注
(6) (7)	0.0703	0.299	不考虑回归水
(8) (9)	0.0576	0.247	考虑回归水

0.13, 平均0.27。根据各公社的给水度和入渗系数, 计算了栾城县1977年地下水补给和排泄量。全县总补给量1.3亿立米/年, 排泄量1.1亿立米。

从补给与排泄的计算结果可以看出, 本县地下水主要补给来源是大气降水的渗入和回归水, 消耗主要是开采, 因大部分地段水位埋深大于4米, 蒸发量可以忽略不计。同时由于深层地下水缺乏勘探资料, 所以越流顶托补给的问题也没有计算在内。地下水的侧向流出主要是流向赵县漏斗区, 1977年为丰水年, 补给大于消耗, 余下0.236亿立米的水量, 地下水位回升1.43米。根据降水变化及开采地下水的现状计算出了可采水量的保证程度。经过对28年的降水资料分析和计算, 把降水量的多少分为5级(表10)。根据平水年计算了各公社的可开采水量(表11), 全县可开采水量合计0.9亿立米/年。

表10—栾城县降水量的划分

等 级	丰 水 年	偏 丰 年	平 水 年	偏 旱 年	干 旱 年
指标 (米)	>0.75	0.6—0.75	0.45—0.60	0.3—0.45	<0.3
比例 (%)	14.8	11.1	44.5	18.5	11.1

根据1978年调查, 地下水开采量1.1亿立米, 过量开采0.2亿立

表11—栾城县浅层地下水可采水量计算

公 社	采水量 (万立方米)	公 社	采水量 (万立方米)	公 社	采水量 (万立方米)	公 社	采水量 (万立方米)
城 关	142.2	南 高	401.5	豆 子	312.5	郝 马	766.4
聂 家 庄	235.5	西安庄	80.1	西 营	592.7	楼 底	1,204.6
孟 董 庄	235.9	马家庄	601.0	小 枚	388.8	苏 邱	170.8
城 郎	434.6	陈 村	869.9	冶 河	584.5	方 村	1,492.7

总计： 8,603.8

米，但1978年的水位仍处于回升的趋向，这说明本区浅层地下水可能存在顶托补给的问题，而且开采潜力还可以增加。只有在于旱年补给量减少，而开采量增大，可以造成地下水位短时期的大幅度下降，1972年反映最为明显。但从1975至1979年五年期间，地下水位总的趋势是处于回升阶段。

地下水可开采量的计算，主要是计算了浅层地下水，如果考虑到第Ⅲ、第Ⅳ含水层，其可供开采量比计算数字要大。从各种参数的分析及现有自流井资料可以证明，本区浅层水可能存在越流补给问题，因此初步认为在干旱年比现计算的可采水量增加30%的水量也是允许的，所以本区地下水的利用潜力至少不小于1.3亿立米/年。现在出现的水位下降问题，主要是由于开采段过于集中引起的，如适当补充利用中层地下水及少量污水，本区水资源基本上可以满足目前灌溉水平的要求。1978年由于灌水量相对减少，所以并没有产生地下水位继续下降，基本上还处于平衡或回升状况。

2. 地表水资源的计算和评价

根据栾城县1950—1978二十五年的实测降水资料和1960—1962