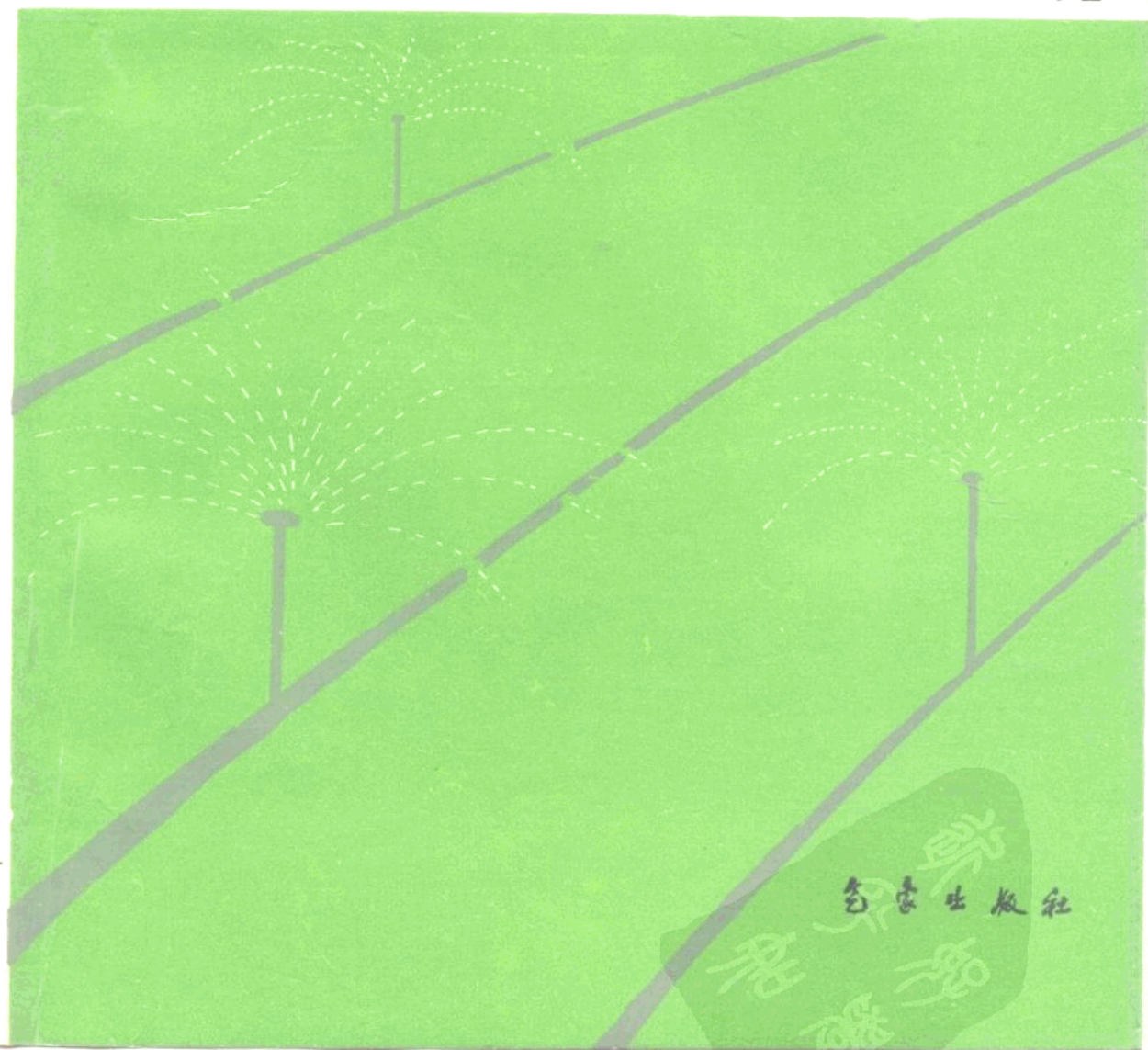


# 节水管理与 节水技术 ——以位山灌区为例

戴旭 任鸿遵 尤联元 李令歧 等著



气象出版社

## 前 言

黄淮海平原是我国主要的粮棉生产基地,近年又列为国家重点农业开发区之一。然而,水资源不足一直是该区农业稳定发展的制约因素。可以肯定地说,随着工农业生产的进一步发展与生活水平的提高,水资源不足的矛盾必将更加突出。在短期内要大规模开发新的水资源是困难的,因此,开展节水型农业研究,对该地区农业的持续发展有着深远的意义。

国家对黄淮海平原的缺水情况十分关注,领导人亲临考察。针对中央的指示精神,中国科学院于1986年提出了《关于开展黄淮海平原节水农业综合研究》的报告。在立项中,专家们一致认为,引黄灌溉在黄淮海平原农业的发展中起着重要作用。目前,仅沿黄河下游豫鲁两省的引黄灌区已达100余个,总灌溉面积已达 $186.67 \times 10^4 \text{ hm}^2$  (2800余万亩),年引水量超过 $100 \times 10^8 \text{ m}^3$ 。然而,根据黄河水情和用水发展趋势分析,今后可用于下游灌溉的水资源不容乐观。拟议中的南水北调无疑在一定程度上可以缓解水资源紧缺的状况,但在短期内尚难实现。这就更显得开展节水农业的必要性。就引黄灌区本身而言,通过引黄,其水资源在整个黄淮海平原中相对较丰富,也正因为如此,水资源紧迫感不强,节水意识淡薄,水资源利用率不高,并造成一系列的环境问题。显然,引黄灌区是黄淮海平原中节水潜力最大的区域,搞好了,不仅可缓解灌区自身(特别是上下游)水资源的矛盾和环境问题,还可达到节水扩灌与增产之目的。

在研究方法上,采取由点到面,由典型试验到推广的办法。经考察论证,选择了山东省位山灌区作为试点。该灌区是黄河下游最大的引黄灌区,工程较完善,管理上有一定基础,其发展历程与存在问题有较好的代表性,并考虑到中国科学院在聊城地区的工作基础,这种选择是恰当的。为此,将《位山引黄灌区节水管理政策与技术研究》纳入《黄淮海平原节水农业综合研究》的范畴。重点探讨水资源管理、水资源合理调配与泥沙运移规律,以及相应的节水技术。

通过5年(1989~1993年)的试验研究,完成了计量用水按方收费到乡及配套政策(水量分配政策、水价政策、水费征收政策)和引黄灌区发展井灌及其配套政策的研究。总结出“计量用水按方收费到乡”和“引黄补源发展井灌”的节水模式,为黄河下游引黄灌区水资源管理及配套政策提供了操作性较强的样板,为实现地表水和地下水的联合调度运用提供了成功经验,对缓解泥沙淤积和防治土壤次生盐渍化等环境问题亦具有现实意义和战略意义。

通过位山灌区黄灌与井灌的供水成本分析计算,证明井灌的实际供水成本尚低于黄灌,只是因为水利投资政策的缘故,农民所感受到的是费水较井水便宜。这

一研究结果或许对黄灌区发展井灌有不可估量的意义。

鉴于研究成果的实用意义,中国科学院已提出作为“九五”在黄淮海平原重点推广的专用技术之一。我们期望能在黄河各引黄灌区中因地制宜地应用这一技术,并取得更大的经济、社会和环境效益。

该项试验研究由中国科学院、国家计划委员会地理研究所主持,山东省聊城地区灌溉处和有关县的水利局协作完成。并成立了以行署分管副专员为组长的节水领导小组。这样,不仅可以取得政府部门的支持和指导,也有利于成果的迅速推广。

本书是5年试验研究的总结,是集体劳动的产物。各章执笔分工如下:第一章,戴旭;第二章,魏忠义、于静洁、李庆朝、房金福、林庆元;第三章,徐寅聚、李令岐、连维强;第四章,李令岐、于秋春、魏忠义;第五章,任鸿遵、于秋春、魏忠义、黄长柱、于静洁、林钧枢、冯保青、刘明启、田会宇、宋相文、林庆元、戴旭、吕杰;第六章,王兰、赵文广、虞江萍、张道孟;第七章,许炯心、吴俊河、程以鹏、许晓华;第八章,尤联元、许炯心、程以鹏;第九章,高善明、李令岐、陈绍勇、崔建华、尤联元。全文由戴旭、任鸿遵、尤联元、李令岐作初步整编后,再由戴旭统编。此外,参加试验工作的还有地理研究所的龚国元、程义、杨克定、王宏、何平、洪笑天;聊城地区灌溉处和灌区内各县水利局的刘洪川、贾正阳、张景华、张邦生、毕德甫、崔桂生、蒋淑文、赵玉春、高峰、李俊杰、曹学功、庞惠霞、薛晓峰、崔建民、刘启仁、王保森、李成民、杨云、田军、魏艳红、卢宗峰、袁长洪、温合玉等。

在整个试验研究中,得到了聊城地区行署副专员、节水领导小组组长张锡九、地理研究所汤奇成研究员的指导与帮助;聊城地区黄淮海平原农业开发办公室和地区灌溉处在财政上给予了大力支持,在此一并致谢。

编 者

1995年4月

# 目 录

|                         |       |
|-------------------------|-------|
| 前言 .....                | ( 1 ) |
| 第一章 农业自然条件与农业经济特征 ..... | (1)   |
| 第一节 农业自然条件及其评价 .....    | (1)   |
| 一、地貌特征 .....            | (1)   |
| 二、农业气候状况 .....          | (2)   |
| 三、土壤条件 .....            | (5)   |
| 四、土地资源综合评价 .....        | (7)   |
| 五、适种作物 .....            | (11)  |
| 第二节 农业经济特征 .....        | (12)  |
| 一、农业在国民经济中的地位 .....     | (12)  |
| 二、农业生产的现状特点 .....       | (12)  |
| 三、关于农业发展的几点意见 .....     | (20)  |
| 第二章 水资源及其利用评价 .....     | (23)  |
| 第一节 地表水资源 .....         | (23)  |
| 一、自产水资源 .....           | (23)  |
| 二、入境水资源 .....           | (24)  |
| 三、过境水资源 .....           | (25)  |
| 四、地表水资源可利用量 .....       | (25)  |
| 五、地表水资源丰枯情势分析 .....     | (26)  |
| 六、地表水资源综合评价 .....       | (27)  |
| 第二节 地下水资源 .....         | (28)  |
| 一、地下水的埋藏条件及区域分布特征 ..... | (28)  |
| 二、地下水化学特征 .....         | (31)  |
| 三、地下水动态 .....           | (32)  |
| 第三章 位山引黄灌区的开发与建设 .....  | (40)  |
| 第一节 位山灌区的开发与演变 .....    | (40)  |
| 一、建设位山引黄灌区的必要性 .....    | (40)  |
| 二、灌区发展沿革 .....          | (40)  |
| 第二节 灌区工程概述 .....        | (43)  |
| 一、工程规划 .....            | (43)  |
| 二、工程施工 .....            | (45)  |
| 三、工程现状 .....            | (46)  |
| 四、灌区工程模式及工程评价 .....     | (47)  |
| 第三节 引黄灌溉正负效应分析 .....    | (48)  |

|                              |      |
|------------------------------|------|
| 一、引黄灌溉的经济效益分析·····           | (48) |
| 二、生态环境与社会效益分析·····           | (49) |
| 三、引黄存在的主要问题·····             | (51) |
| 第四章 水资源的合理调控·····            | (52) |
| 第一节 地表水与地下水的联合调度·····        | (52) |
| 一、基本情况·····                  | (52) |
| 二、地表水与地下水的联合调度·····          | (53) |
| 第二节 发展井灌·····                | (54) |
| 一、井灌现状及存在问题·····             | (54) |
| 二、地表水与地下水联合利用宏观布局·····       | (54) |
| 第三节 灌区黄水的优化调度·····           | (55) |
| 一、短时间内的流量速灌速停·····           | (56) |
| 二、合理选择引水时机,科学调度水资源·····      | (56) |
| 三、严格控制引水量·····               | (58) |
| 四、加强用水管理,实行计量供水按方收费·····     | (58) |
| 五、加强工程管理,提高调控能力·····         | (60) |
| 第五章 水资源管理·····               | (61) |
| 第一节 概述·····                  | (61) |
| 一、水资源管理的内涵·····              | (61) |
| 二、我国水资源管理的特点·····            | (63) |
| 第二节 地表水的灌溉管理·····            | (64) |
| 一、加强灌溉管理的必要性·····            | (65) |
| 二、计量用水按方收费到乡及其配套政策的试验研究····· | (66) |
| 三、关于水价政策的进一步探讨·····          | (73) |
| 第三节 井灌的管理·····               | (78) |
| 一、试区概况与工程布局·····             | (78) |
| 二、井灌管理中存在的问题·····            | (79) |
| 三、井灌的配套政策与管理体制·····          | (81) |
| 第四节 加强灌溉管理的效益分析·····         | (84) |
| 一、计量用水按方收费的效益分析·····         | (84) |
| 二、加强井灌管理的效益分析·····           | (89) |
| 第五节 加强水资源管理的主要对策·····        | (94) |
| 一、加强法规建设·····                | (94) |
| 二、加强水资源管理的技术措施·····          | (95) |
| 三、加强水资源的合理开发与保护·····         | (96) |
| 四、加强水资源管理的科学研究·····          | (97) |
| 第六节 微机技术在位山灌区水资源管理中的应用·····  | (97) |
| 一、问题的提出·····                 | (97) |
| 二、开发与应用·····                 | (97) |

|                      |       |
|----------------------|-------|
| 第六章 农业综合节水增产措施       | (100) |
| 第一节 地膜覆盖与节水          | (100) |
| 一、试验总设置              | (100) |
| 二、试验结果分析             | (101) |
| 第二节 化学节水剂的节水与增产效益    | (105) |
| 一、研究意义               | (105) |
| 二、试验区农业生态条件          | (106) |
| 三、试验内容和方法            | (107) |
| 四、小麦喷施 APL 剂的节水增产效果  | (108) |
| 五、棉花喷施 ALB 的增产效果     | (110) |
| 六、玉米施用化学剂的增产效应       | (111) |
| 七、化学制剂的农业节水和增产效应机制初探 | (111) |
| 第七章 工程节水措施           | (114) |
| 第一节 渠道衬砌与节水          | (114) |
| 一、渠道渗漏的物理过程          | (114) |
| 二、渠道衬砌的节水效益          | (115) |
| 第二节 低压管道灌溉及其节水效益     | (118) |
| 一、低压管道灌溉的设计与施工       | (118) |
| 二、低压管道灌溉在位山灌区的发展     | (123) |
| 三、管道灌溉效益分析           | (124) |
| 第三节 加强田间工程配套,促进节约用水  | (125) |
| 一、田间工程现状分析           | (126) |
| 二、田间工程配套模式浅析         | (129) |
| 三、位山灌区的典型作法          | (129) |
| 第八章 灌区泥沙运移规律的研究      | (132) |
| 第一节 泥沙运移规律           | (132) |
| 一、引水量及其时空分配          | (132) |
| 二、引沙量及其时空分配          | (135) |
| 三、泥沙运移规律             | (136) |
| 四、河床质泥沙              | (143) |
| 第二节 灌区泥沙的优化调度        | (147) |
| 一、泥沙在渠系内淤积的主要原因      | (147) |
| 二、减淤的主要措施            | (148) |
| 第三节 引沙入田             | (149) |
| 一、问题的提出              | (149) |
| 二、关于泥沙入田的理论分析        | (150) |
| 三、衬砌渠道减少淤积和增大输沙能力的效益 | (152) |
| 四、不同用水管理条件下的渠道淤积     | (154) |
| 五、适宜于输送入田泥沙颗粒的确定     | (155) |

|                       |       |
|-----------------------|-------|
| 六、入田泥沙的分布 .....       | (156) |
| 七、输沙入田的环境效益 .....     | (158) |
| 第九章 泥沙综合治理与开发 .....   | (159) |
| 第一节 沉沙池渠的运用与开发 .....  | (159) |
| 一、管理体制 .....          | (159) |
| 二、输沙渠与干渠堤防弃土的开发 ..... | (159) |
| 三、沉沙池的运用与开发 .....     | (161) |
| 四、沉沙池区人工高地的开发利用 ..... | (165) |
| 五、泥沙的综合开发利用 .....     | (167) |
| 六、泥沙开发利用中的主要问题 .....  | (168) |
| 第二节 清淤新技术 .....       | (168) |
| 一、概述 .....            | (168) |
| 二、目前灌区使用的主要清淤机械 ..... | (169) |
| 三、机械化清淤的效益 .....      | (169) |

# 第一章 农业自然条件与农业经济特征

位山灌区是沿黄大型引黄灌区之一,位于山东省黄河北岸的聊城地区。灌区范围涉及聊城、临清、茌平、高唐、阳谷、东阿和冠县7县市的100个乡镇。根据聊城地区水利局提供的图件,总土地面积5380 km<sup>2</sup>,1991年统计耕地面积37.19×10<sup>4</sup>hm<sup>2</sup>(557.87万亩)。

## 第一节 农业自然条件及其评价

位于黄河之滨的聊城地区有着悠久的农业历史,是我国重要的农业地区。灌区大致介于36°07′~37°02′N、115°02′~116°27′E之间,属暖温带半湿润地区。总体来说,有适宜农业发展的自然条件。但长期以来,亦受旱、涝、盐碱、风沙灾害,农业生产低而不稳。建国40余年来,通过各项改造措施,特别是发展引黄灌后,农业生产条件大为改观,为农业的稳定发展创造了良好的前提。

### 一、地貌特征

灌区处在黄河冲积平原上,开阔平坦,由西南向东北微微倾斜。地面坡降1/5500~1/7500,海拔高程绝大部分在40~23m之间。但是,由于黄河的多次决口泛滥,形成岗、坡、洼相间的微地貌结构。同时,由于风力的再造作用,也形成了局部的风沙地貌。岗、坡、洼的高差虽不大,但却对地表水的分配、地下水的埋藏深度以及盐分的运行规律等,有着深刻的影响。旱、涝、盐碱的形成与空间分布深受这种地貌结构的制约。

主要的地貌类型有:

#### 1. 古河漫滩高地

系古黄河主流两侧泛滥而成,相对高差2~3m,坡度1/3000~1/4000,地下水埋深一般5m以上,有的6~8m,水质良好,矿化度小于1g/L。引水条件差,多依赖发展井灌,目前是主要的地下水降落漏斗区。

古河漫滩地呈条带状分布,主要出现于灌区西北的兰沃一路庄—大辛庄—松林一带和西南的大布—郭店屯—七级一带。地面组成物质以沙土和粉沙为主。

#### 2. 决口扇

系黄河决口泛滥造成的扇状地形,沉积物的分布有明显的规律性,自扇顶向扇缘物质颗粒逐渐变细。但往往受风力的再造作用而形成沙丘景观,地面起伏不平,丘高一般不超过10m。地下水埋藏深度不等,矿化度亦因地而异,变化于0.5~1.0g/L,一般有发展井灌的水文地质条件,有的地方在土地平整后亦可发展引黄灌溉。

决口扇主要分布在高唐县境的旧城,三十里铺和赵庄一带,此外泗河及冠县的兰沃和清水亦有分布。

#### 3. 浅平洼地

呈分散分布,与周围高差不大,主要见之于东阿县黄屯、单庄、姜楼;聊城市的大张(牛家

洼)、李海务(谭家洼)、闫寺(白家洼);以及阳谷县七级(郝林大洼);和在平县的洪官屯、贾寨等乡镇。

由于沉积作用的特点,组成物质大都比较粘重,土壤的通透性和耕性较差。封闭的地形特点致使内外排水不畅,易涝易渍。地下水埋藏浅,1~3 m 不等,部分洼地在雨季时与地表水相接。地下水的矿化度较高,一般在 1~2.5g/L,因而洼地边缘的盐渍化比较普遍。

4. 沙质河槽地

大部为黄河故道,在形态上呈槽状,高差可达 2~3m,雨季易积水。空间分布上为带状。以沙质沉积物为主,地下水埋深 2~3m,但矿化度因地而异,变化于 0.5~1.5g/L。

此类地貌主要分布在临清市的路庄、唐元、朱庄、杨桥、石槽、松林和金郝庄等乡镇,以及高唐县的三十里铺等地。

5. 背河槽状洼地

分布于徒骇河、马颊河、黄河等河流两侧。呈带状或断续块状。地势低洼,受河水侧渗补给,地下水埋深 1~3m。大部分水质矿化度较高,可达 1~3g/L,易发生土壤盐渍化。

6. 河滩地

河流大堤内的土地,实为受人工控制的现代河漫滩,地下水埋深一般 2~3m,主要的问题是汛期受淹。

7. 缓平坡地

缓平坡地是灌区内面积最大、分布最广的一种地貌类型。地面开阔坦荡,坡度大都不足 1/6500。由于坡度过小,地表水及地下水排泄欠畅,在暴雨后易出现短暂渍涝。沉积物的颗粒总的来说比较细,但受沉积过程的控制,也存在着一定的区域变异。地下水的埋藏深度一般在 3m 以上,局部亦有不足 2m 的。地下水矿化度大都变化在 0.5~1.5g/L,局部超过 2g/L,部分存在着盐渍化和次生盐渍化的危险。

二、农业气候状况

灌区位于我国东部,属暖温带大陆性季风气候,其基本特点如下:

1. 光温资源相对丰富

表 1-1 灌区光温特点<sup>1)</sup>

| 项目<br>地点 | 年均<br>气温<br>(℃) | 年均积温(℃) |        |        |        | 年均日<br>照时数<br>(h) | 无 霜 期     |             |           |
|----------|-----------------|---------|--------|--------|--------|-------------------|-----------|-------------|-----------|
|          |                 | ≥0°     | ≥5°    | ≥10°   | ≥15°   |                   | 天数<br>(天) | 初霜日         | 终霜日       |
| 聊城       | 13.2            | 4996    | 4832   | 4459   | 3850   | 2641.9            | 201       | 10.11~10.17 | 3.24~4.21 |
| 临清       | 12.8            | 4887.6  | 4754.4 | 4402.6 | 3765   | 2629.7            | 193.6     | 10.25~11.27 | 4.13~4.28 |
| 阳谷       | 13.3            | 5005    | 4863   | 4478   | 3852   | 2514.7            | 199       | 10.28       | 4.11      |
| 茌平       | 13.1            | 4936.8  | 4808.2 | 4323.8 | 3841.7 | 2740.7            | 193       | 10.25       | 4.14      |
| 东阿       | 13.4            | 5023.4  | 4856.2 | 4491.1 | 3862   | 2536.8            | 207       | 10.20~10.30 | 3.22~4.8  |
| 冠县       | 13.1            | 4974.6  | 4939.3 | 4479.4 | 3857.1 | 2669.4            | 198       | 10.26       | 4.10      |
| 高唐       | 13.0            | 4927.9  | 4792.5 | 4458.1 | 3819.3 | 2657.9            | 194       | 10.11~11.10 | 3.23~4.28 |

1)根据聊城地区农业开发后备资源调查数据表整理,1991.8。

表 1-1 表明,灌区的光温条件是比较好的。年太阳总辐射为 5.108~5.317 MJ/m<sup>2</sup>;夏季(6~8

月)最高,占年太阳总辐射量的 30%~32%;年日照时数 2514.7(阳谷)至 2740.7(茌平)小时,5、6 月为高峰期,月平均日照时数在 210(阳谷)至 228(茌平)小时,日平均达 8.4~9.4 小时。强烈的太阳辐射与充足的日照,有利于冬小麦的灌浆和棉花的生长。

年平均气温介于 12.8~13.4℃,由南而北递减。东阿与阳谷最高,分别为 13.4℃和 13.3℃,临清与高唐最低,分别为 12.8℃和 13.0℃。1 月最低,为 -2.3~-3.3℃,极端最低气温为 -21.7℃(1981.1.27);7 月最高,为 26.5~26.8℃,极端最高 41.5℃(1966.7.17)。从 6 月中旬至 8 月中旬,各旬平均气温一般均在 25℃以上。上述温度特点表明,有时冬季气温,特别是最低气温可能很低,会造成低温灾害。尤其是低温时间出现过早,危害尤重。如 1993 年 11 月中下旬的低温大雪,全区果树苗冻害率达 90%以上,5 年以下的幼树也受到了严重冻伤,冬小麦亦不同程度地受到冻害,损失惨重。因此,要谨防越冬作物的冻害。夏季的最热月的气温较高,可满足棉花生育期对最热月的温度要求。

≥0℃的年积温 4887.6(临清)至 5023.4℃(东阿)。初日一般出现在 2 月下旬前期,终日多出现在 12 月上旬后期,与灌区内冬小麦返青和停止生长一致。≥10℃积温 4323.8(茌平)至 4491.1℃(东阿),持续期 208~211 天,能满足植物生长最活跃期对积温的要求;≥20℃积温为 2943(临清)~3054℃(东阿),平均出现在 5 月 19~20 日,终期在 9 月 12~14 日,持续期 117~119 天。此温度对植物的生长发育极为重要,是棉花现蕾和夏玉米灌浆的适宜下限温度。无霜期 193 天(临清)~207 天(东阿)。

## 2. 降水特点

灌区降水具有典型的季风气候特点。年降水量在 567(莘县)~637mm(东阿)之间(表 1-2),由东南向西北减少。就黄淮海平原而言,降水量并不太少,但降水的年变率较大,平均在 18%~26%之间,最大达 50%~70%,是产生旱涝灾害的重要原因之一。在年内的时间分配上,也表现出严重的季节分配不均。春季降水量不足 80mm,只占年降水量的 12.8%~14.1%,而此期间小麦的需水量达 150mm 左右,供需矛盾突出,春旱发生频率高,发展灌溉势在必行;夏季降水量大致在 350~408mm 之间,占全年降水量的 62%~67%,时值高温、雨热同期,有利于作物生长发育。但此期间的降水常以暴雨形式出现,有时 1 次降雨量可高达 100mm 以上,地表排水不畅,常酿成渍涝,加之缺乏蓄水地形,造成过多的水分浪费。在降雨间隙期较长时,发展夏灌也是实现丰产的保证;秋季正是夏播作物灌浆、成熟期降水虽然不算少,亦在时间上的不能保证,而需发展灌溉。尤为严重的是棉花吐絮期若遇上连绵阴雨天,常会造成严重减产。冬季降水虽然很少,时值作物越冬停止生长,降水与需水矛盾不大。

从上述光、温条件及生长季节看,本区适宜发展一年两熟制,但降水却明显地不能满足作物需水要求,为了获得较高的产量水平,就必须发展灌溉。

## 3. 灾害性天气

表 1-3 表明,位山灌区存在着多种气候灾害,其中以旱灾为主,1979~1988 年的 10 年间累计受灾面积达  $48.38 \times 10^4 \text{hm}^2$ ,平均旱灾受灾率达 13%,而未被人们足够重视的风灾与雹灾在该灌区的天气灾害中居第二位,累计受灾面积达  $30.34 \times 10^4 \text{hm}^2$ ,平均受灾率达 8.16%;居第 3 位的才是涝灾。此处,偶尔也受到霜冻及干热风的危害。仅表 1-3 所列四项灾害,10 年累计受灾面积达  $105.14 \times 10^4 \text{hm}^2$ ,平均受灾率为 28.27%。可见尽管位山灌区有相对较好的农业气候条件,但每年由气候造成的损失还是相当严重的,特别是旱灾,应该引起足够的注意。

表 1-2 各站月、季、年平均降水量(单位:mm)<sup>1)</sup>

| 数 量   |       | 站 名   |        |       |       |       |       |       |       |
|-------|-------|-------|--------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 时间    | 平均    | 阳谷    | 茌平     | 东阿    | 冠县    | 高唐    | 临清    | 聊城    | 莘县    |
| 1月    | 4.3   | 4.5   | 3.5    | 4.8   | 4.1   | 3.7   | 3.8   | 5.1   | 5.0   |
| 2月    | 7.1   | 7.6   | 7.1    | 7.4   | 6.2   | 7.1   | 6.6   | 7.3   | 7.4   |
| 3月    | 12.5  | 13.5  | 12.6   | 12.7  | 10.3  | 10.4  | 11.9  | 14.1  | 14.4  |
| 4月    | 33.7  | 35.1  | 33.1   | 39.9  | 32.6  | 34.9  | 29.5  | 32.4  | 32.4  |
| 5月    | 33.1  | 34.8  | 31.5   | 36.7  | 30.2  | 33.6  | 33.7  | 31.3  | 33.2  |
| 6月    | 69.9  | 67.7  | 73.8   | 72.2  | 75.7  | 67.5  | 67.0  | 71.2  | 64.2  |
| 7月    | 185.7 | 191.6 | 195.5  | 191.3 | 194.2 | 185.6 | 175.0 | 175.8 | 176.8 |
| 8月    | 131.8 | 120.6 | 131.3  | 144.1 | 129.6 | 129.0 | 154.1 | 137.4 | 108.2 |
| 9月    | 57.3  | 68.3  | 58.0   | 68.1  | 46.5  | 50.3  | 50.7  | 54.1  | 62.2  |
| 10月   | 34.6  | 36.6  | 33.6   | 37.3  | 34.9  | 30.9  | 32.8  | 33.5  | 36.8  |
| 11月   | 17.7  | 16.7  | 16.8   | 15.9  | 19.6  | 17.1  | 18.5  | 17.1  | 19.9  |
| 12月   | 6.1   | 6.5   | 6.3    | 6.9   | 5.7   | 4.8   | 5.0   | 6.6   | 7.3   |
| 春季    | 平均    | 33.4  | 77.2   | 89.3  | 75.8  | 78.9  | 75.1  | 77.8  | 80.0  |
| 3~5月  | 占全年%  | 13.8  | 12.8   | 14.0  | 12.8  | 13.7  | 12.8  | 13.3  | 14.1  |
| 夏季    | 平均    | 378.9 | 400.6  | 407.6 | 399.5 | 382.1 | 396.1 | 384.4 | 349.1 |
| 6~8月  | 占全年%  | 62.9  | 66.4   | 64.0  | 67.4  | 66.5  | 67.3  | 65.6  | 61.5  |
| 秋季    | 平均    | 121.6 | 108.4  | 121.3 | 101.0 | 98.3  | 102.0 | 104.7 | 118.9 |
| 9~11月 | 占全年%  | 20.1  | 18.0   | 19.0  | 17.1  | 17.1  | 17.3  | 17.9  | 20.9  |
| 冬季    | 平均    | 18.6  | 16.9   | 19.1  | 16.0  | 15.6  | 15.4  | 19.0  | 19.7  |
| 12~2月 | 占全年%  | 3.1   | 2.8    | 3.0   | 2.7   | 2.7   | 2.6   | 3.2   | 3.5   |
| 年平均   |       | 603.5 | 603.2  | 637.3 | 592.3 | 574.8 | 588.9 | 585.6 | 567.7 |
| 年最多   | 降水量   | 944.7 | 1004.7 | 893.7 | 835.6 | 975.9 | 979.1 | 985.8 | 942.4 |
|       | 年份    | 1961  | 1961   | 1964  | 1964  | 1961  | 1964  | 1961  | 1964  |
| 年最少   | 降水量   | 358.3 | 395.3  | 344.5 | 307.6 | 306.0 | 273.1 | 309.0 | 308.6 |
|       | 年份    | 1968  | 1960   | 1968  | 1978  | 1968  | 1972  | 1968  | 1981  |
| 年变率   |       | 18.3  | 22.1   | 18.8  | 19.0  | 25.8  | 21.4  | 19.8  | 22.4  |

1)此表引自山东省聊城地区土壤肥料工作站《聊城地区土壤》,1987年。

2)虽然阳谷、莘县、冠县三站都不在灌区范围内,而在灌区的西南侧,但因距离很近,我们认为对三站附近的灌区是有代表意义的。

表 1-3 位山灌区 1979~1988 年天气灾害受灾情况<sup>1)</sup> (单位:10<sup>4</sup>hm<sup>2</sup>)

| 时<br>间<br>类<br>别 | 1979  | 1980 | 1981 | 1982  | 1983  | 1984 | 1985  | 1986 | 1987  | 1988  | 10年累计  | 平均受<br>灾率(%) |
|------------------|-------|------|------|-------|-------|------|-------|------|-------|-------|--------|--------------|
| 旱                | 7.69  | 3.78 | 5.42 | 2.67  | 10.91 | 1.04 | 3.29  | 2.76 | 7.94  | 2.88  | 48.38  | 13.00        |
| 涝                | 0.41  | 0.41 | 0.78 | 0.38  | 0.22  | 1.57 | 9.31  | 0.10 | 1.09  | 11.31 | 25.58  | 6.88         |
| 风雹               | 2.14  | 3.16 | 3.27 | 7.15  | 1.10  | 2.50 | 3.90  | 2.15 | 4.29  | 0.68  | 30.34  | 8.16         |
| 霜冻               |       |      | 0.42 |       |       |      |       |      |       | 0.42  | 0.84   | 0.23         |
| 合计               | 10.24 | 7.35 | 9.89 | 10.20 | 12.23 | 5.11 | 16.50 | 5.01 | 13.32 | 15.29 | 105.14 | 28.27        |

1)根据《聊城地区国民经济统计资料》整理。

### 三、土壤条件

#### 1. 主要土壤类型

位山灌区包括潮土、盐土、风沙土三个主要土类,其中以潮土占绝对优势。此外,在位山附近的几个小山丘有局部褐土分布。

(1)潮土。根据聊城地区土壤普查成果,位山灌区境内的潮土,包括脱潮土、潮土、湿潮土、盐化潮土和碱化潮土 5 个亚类。在空间分布上,表现出一定的规律性。

脱潮土主要分布在临清市北部、冠县东北部和聊城市的西南部。在地形上多为相对部位较高的河滩高地,以沙质和壤质为主。

潮土,是境内分布最广,面积最大的一个亚类。在地形上以缓平坡地为主。在局部地下水埋藏深度较大的浅平洼地亦有分布;质地类型多种多样,沙质、壤质、粘质都有出现,但以壤质居多。

湿潮土,主要分布于茌平县的赵庄、大桑和沿黄洼地。前者以沙质为主,后者多属粘质。

盐化潮土,是面积较大,分布较广的一个亚类。在地貌部位上,处在浅平洼地的边缘。土壤质地以轻壤为主。盐分在耕地中呈斑状分布,在冬春有明显的表聚现象。

碱化潮土,面积不大,呈斑状分布,处在浅平洼地的边缘,与盐潮土呈复区存在。

(2)盐土。只有潮盐土一个亚类。分布于茌平、高唐、聊城、阳谷等地的背河洼地及洼坡地。耕层盐分一般在 0.8%~1.0%,0~5cm 可超过 2%。依盐分组成的不同,区分为氯化物潮盐土、硫酸盐-氯化物潮盐土和氯化物-硫酸盐潮盐土。其中又以氯化物-硫酸盐潮盐土为主,分布面积占盐土总面积的一半以上。

盐土中大约尚有 70%左右的荒地。自然植被主要有碱蓬、盐蓬、红荆、芦苇、怪柳、羊角菜等。盐土的质地类型和土体构型也都比较复杂。

(3)风沙土。该灌区的风沙土与境内的黄河故道及决口扇的分布基本一致。主要分布在冠县的清水、兰沃地区,以及冠县至临清北部一线;阳谷的七级经东阿刘集和聊城的许营到茌平的韩集与广平一线;以及茌平的贾寨和菜屯至高唐的旧城和三十里铺一线。其它地方则为零星分布。

①流动风沙土。由于人为改造的结果,流动风沙土的面积越来越小。比如高唐旧城地区,风沙曾紧逼旧城镇城门,但经近 10 来年的改造,起伏的沙丘被推平,变成了地成方、林成网,灌渠交错的良田。除掉附近尚残存的起伏沙丘外,已完全无法辨认过去的面貌。但其土壤特征,因被改造历史短暂,则仍明显地保留着风沙土的特征,质地以松沙质为主,没有明显的剖面分异,保水保肥力差,养分含量很低。实际上,这类经人为改造的流动风沙土正在向或已变成固定风沙土。至于未经改造的流动风沙土,植物稀少,没有明显的土壤发育,具有较大的流动性。

②半固定风沙。景观上系半固定沙地。地面起伏不平,通体沙质,植被盖度稍大,多为沙生杂草。在不遭人为破坏的情况下,移动性比流动沙土显著减小。土壤有微弱的剖面发育,表面有薄的腐殖质层。目前部分已被开发利用。

③固定风沙土。景观上属固定沙地。植被覆盖情况较好,土层中根系较密,在自然状态下,没有明显的流动。通体沙质,虽然自然肥力仍很低,但已具有较明显的腐殖质层,有不同程度的剖面发育,开发利用率也较前二者为高。

由于原始的流动沙地、半固定沙地与固定沙地,在景观形态上均为起伏的沙丘,物质组成



北科图 A00120346

441644

亦均属沙质。在该灌区的沙地开发利用中,除片林外,几乎都是采取推平沙丘的工程措施,这样就打乱了沙土原有的发育过程,整个土体都呈全新的沙质状态。依此种改造利用方式而言,无论流动风沙土、半固定或固定风沙土的利用结果都是等同的。因此,它们的区别只存在于自然状态。

(4)褐土。仅分布于沿黄河的曲山、香山与关山等几座石灰炭残丘上,面积很小,分布范围极有限。山丘上部大都基岩裸露,坡麓下部土层较厚,但坡度大,水土流失明显。目前在土地利用上主要用于破土采石,农业利用价值不高。

## 2. 土壤的主要特点

土壤性状是决定土地生产力的重要的可测性指标,是评价区域自然条件的重要内容。现将位山灌区的土壤特点概述如下<sup>①</sup>:

(1)质地与土体构形。位山灌区土壤的质地特征取决于成土母质的沉积环境与沉积过程。就表层质地而言,轻壤和沙壤面积最大,其中轻壤分布面积约占灌区总面积的一半左右。居第三位的是中壤,三者合计占全区面积的98%左右。上述三类表层质地分布于缓平坡地。沙土、重壤和粘土分布有限,且多呈斑状或条带状镶嵌于上述三种质地中间。在地貌上,沙土主要出现于决口扇、沙质河槽地,以及河滩高地上;重壤与粘土则见之于各种洼地。

土壤的生产性能除受表层质地的影响外,在很大程度上还受土体各层质地的变化,即土体构形的制约。它不仅影响水、盐和养分的运行状况,还影响土壤的耕性与适耕期、抗旱保水能力与土壤温度、以及田间通行性等农业生产特征。

灌区内的土体构形主要有以下几种:

①均沙质。整个土体自上而下均为沙质。这种构形的特点是土壤没有剖面发育,养分含量低,燥热易旱、漏水漏肥,土温变化大,生产力低,但易耕且适耕期长。

②壤均质。通体为壤质(轻壤与中壤)。这种构形的最大优点是土壤结构良好,孔隙度适中,水肥气热协调,且有良好的生产性能和生产力。但此种土体构形毛管作用发达,在地下水位偏高,特别是在水质不良的情况下,应谨防土壤次生盐渍化。

③粘均质。通体为粘质(重壤与粘土)。此类构形的特点是保水保肥力强,通气透水性差,水肥气热大都不够协调,遇水泥泞,旱时呈干裂硬块,耕性差,适耕期短,作物扎根困难。

④蒙金型。耕层或超过耕层厚度的土层质地为沙壤、轻壤、中壤,以下为粘土层。当壤质层厚度能达到30~50cm时,则耕层具有良好的通透性,耕性适宜,下面的粘土层又能起到很好的保水保肥作用,具有良好的生产性能,故被称为蒙金型。

⑤沙体型。表层轻、中、重壤或粘壤,以下全是沙质。此种构型土地,耕作层具有较好的性能(重壤与粘土质除外),但其下的沙质层漏水漏肥,群众称为“漏粪地”,但若水肥充足,生产措施得当,是有可能创造好收成的。

(2)土壤养分状况。总的来看,位山灌区土壤的养分状况具有低磷少氮的特点。

①有机质含量偏低。聊城地区土壤有机质平均含量为0.904%,位山灌区亦大致处于同等水平。这种含量水平位于全国养分等级的4级,属低水平。但其含量视土壤的其地特征,特别是与质地和土壤结构有比较明显的相关关系。沙土的有机质含量很低,最低为0.236%,而好的壤质土,最高的可达2%左右。

① 本节主要参考山东省聊城地区土壤肥料工作站,聊城地区土壤,1987年9月。

②氮素缺乏。耕层全氮平均含量约 0.0613%，在全国分级中属 4 级，氮素缺乏。各种土壤类型及不同质地与构形中，亦有明显变化，变化范围为 0.0152%~0.1253%。但绝大部分土壤的全氮含量在 0.05%~0.075% 之间。

③磷严重不足。磷的严重不足尤其表现在速效磷的含量特别低，全区平均含量约为 8.56ppm，而且分布又极不均匀，变化范围在 0.3~40ppm。含量不足 5ppm 的约占 1/3。

④钾素相对丰富。受成土母质的影响，土壤速效钾的含量较丰富，平均约在 120ppm，变化范围在 46~300ppm。因此，绝大部分土壤不缺钾。

从上述分析看，位山灌区土壤肥力并不高，施肥是提高土地生产力的必不可少的措施。近几十年来，化肥施用数量显著增加，全境属于位山灌区的茌平县和聊城市的变化就明显证明这一点。1980 年化肥分别施用量为每公顷 142.5kg 和 210kg(折纯，下同)，而 1991 年分别增长至 296kg 和 289kg。不仅数量上显著增加，而且施肥品种结构上也发生了较大变化，从只注重氮肥发展到氮、磷并施。近年，含有锌、锰等微量元素在内的复合肥、专用肥的使用量迅速增加，进而发展到配方施肥。但相比之下，在充分地利用丰富的有机肥源方面做的还不够。虽然对土杂肥有不同程度的利用，但对秸秆还田却不够重视，每年有相当数量的秸秆付之一炬，造成资源极大的浪费。

#### 四、土地资源综合评价

位山灌区的农业自然条件，在黄淮海平原具有适中的光温条件，而在水资源方面由于有引黄、引河与发展井灌等多种水资源之利，为农业的持续发展创造了基本条件。地面平坦，土层深厚，适宜发展大规模机械化农业。但是，由于岗、坡、洼的微地貌结构，并配合大陆性季风型的降水特点，使该区具有黄淮海平原普遍存在的旱、涝、盐碱、风沙等自然灾害的危害。在历史上这里曾经是农业生产低而不稳的贫困地区。

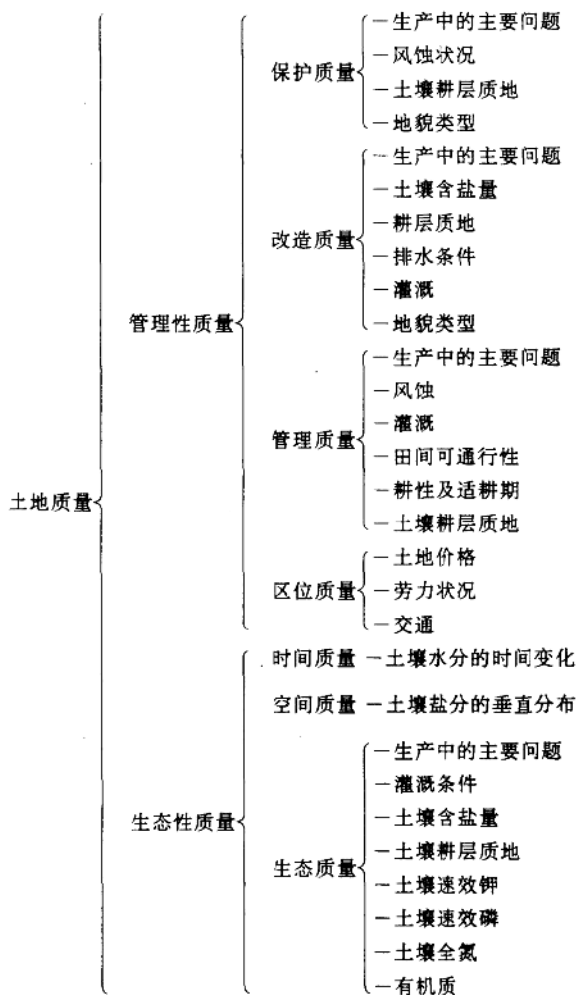
##### 1. 土地质量评价

在位山灌区范围内，由于地貌类型的分异，造成土壤类型及其特性，水盐运动状况的相应差别，土地的生产力及所受灾害的情况亦有不同。此外，虽同在灌区范围之内，由于距灌溉水源的远近不同，灌溉的保证率与适时性也存在着显著差异，对土地的生产力也有着深刻影响。基于上述种种原因，表现在土地质量方面的一致。下面是我们应用土地质量结构法对灌区内部分地区所进行的土地评价。

该项评价共选择了 10 项评价因素(表 1-4)。

首先利用上述 10 个评价因素，编制该区域的综合土地单元图。然后再确定部分参评因素。参评因素是指那些对土地质量仍有着重要意义，但受综合土地单元图层次结构的限制不宜列入综合土地单元图的鉴定因素。选取的原则首先是对土地质量鉴定有重要意义，其次是与前述 10 项鉴定因素有明显的相关性，即根据某项鉴定因素可推知某参评因素的特征。在这种考虑下选取了如下参评因素(表 1-5)。

依据上述鉴定因素与参评因素，利用图 1-1 的结构图式对综合土地单元图中的每个土地单元进行分值计算，以便获得每个土地单元的质量分值。



土地质量    性状鉴定    质量组成项鉴定    鉴定因素

图 1-1 位山灌区土地质量结构图式

评分值的计算,目的在于确定土地的质量等级。确定的方法可能是多种多样的。在图 1-1 的土地质量结构图式中,我们认为决定土地生产力高低的,主要是生态质量。生态质量制约着土地的基本生产性能,而管理质量则是表明进一步保持和提高生产力的途径,以及某些社会经济因素赋予土地的新的社会属性。显然,在决定土地质量中的权重是不应该等同的。如何具体分配这种权重,从当前的工作基础看,我们认为还是处在试验性阶段。在位山灌区的试验研究中,生态性质量与管理性质量的权重比采取 7:3。至于土地质量构成的 7 个质量组成项的计算,是按图 1-1 各自的鉴定因素(其中包括参评因素)的分值之和除以包含的因素项目数来求得,是个算术平均值。比如,生态质量包含有机质、土壤表层质地、灌溉条件等 8 个鉴定因素项,即以各图斑此 8 项的算术平均值来表示。在管理性质量的确定中,也是简单地以区位质量、管理质量、保护质量和改造质量的算术平均值来表示。但生态性质量的情况就不一样了。很

明显,影响作物生长发育,收获量及品质的基本条件是生态质量,而空间质量和时间质量的变化是缓慢的。在许多情况下是一种区域性特征,对土地质量限制是从属的。所以它们与生态质量在决定土地质量中的权重是不同的。在该区的研究中,生态质量、空间质量和时间质量的权重按 8:1:1 分配。

表 1-4 土地因素评分

| 项目                        | 含量                        | 评分                                                        | 项目            | 含量              | 评分  |
|---------------------------|---------------------------|-----------------------------------------------------------|---------------|-----------------|-----|
| ①<br>有机质                  | >1%                       | 80                                                        | ②<br>全氮       | >0.10%          | 85  |
|                           | 1.0~0.8%                  | 70                                                        |               | 0.10~0.075%     | 75  |
|                           | 0.8~0.6%                  | 65                                                        |               | <0.075%         | 60  |
|                           | <0.6%                     | 60                                                        |               |                 |     |
| ③<br>速效磷                  | >10ppm                    | 85                                                        | ④<br>速效钾      | >150ppm         | 90  |
|                           | 10~3ppm                   | 70                                                        |               | 150~100ppm      | 85  |
|                           | <3ppm                     | 60                                                        |               | 100~50ppm       | 80  |
| ⑤<br>耕层<br>质地             | 沙土                        | 40                                                        | ⑥<br>土壤<br>盐分 | 非盐化,也无次生盐渍化威胁   | 100 |
|                           | 沙壤                        | 80                                                        |               | 轻度盐化含盐量<0.30%   | 70  |
|                           | 粘土                        | 60                                                        |               | 中度盐化含量 0.3~0.6% | 60  |
|                           | 壤土                        | 100                                                       |               | 重度盐化含盐量>0.6%    | 40  |
| ⑦<br>交通                   | 距中心城市(聊城市)的距离<30km        | 100                                                       | ⑧<br>灌溉       | 灌溉有保障           | 100 |
|                           | 距中心城市(聊城市)的距离>30km        | 70                                                        |               | 灌溉基本保障(下游)      | 80  |
| 项目                        | 类别                        |                                                           |               |                 | 评分  |
| ⑨<br>生产<br>中的<br>主要<br>问题 | 易旱易涝                      |                                                           |               |                 | 60  |
|                           | 地面起伏不平,土壤质地沙性强、结构不良、易风蚀沙化 |                                                           |               |                 | 40  |
|                           | 优质土地、唯 N、P 含量较低           |                                                           |               |                 | 90  |
|                           | 盐碱化危害                     |                                                           |               |                 | 60  |
|                           | 地形低洼、土质粘重,排水不畅,耕作不良       |                                                           |               |                 | 70  |
|                           | 雨季湿涝积水,或受黄河侧渗严重影响         |                                                           |               |                 | 60  |
| 项目                        | 类型                        | 特 征 概 述                                                   |               |                 | 评分  |
| ⑩<br>地<br>貌               | 河滩高地                      | 古河漫滩,部位较高,坡度 1/2000~1/3000,排水畅通,土壤质地轻,地下水埋深一般大于 5m,引黄条件差  |               |                 | 60  |
|                           | 河漫滩                       | 地面平坦,土壤发育不良,质地轻,地下水埋深 2~3m,汛期受淹,平时也能获一季收成                 |               |                 | 60  |
|                           | 沙质河槽地                     | 多为黄河故道,条带状沙质洼地,汛期积水,旱时干枯,地下水埋深 2~3m,多为淡水,无盐渍化威胁,一般有风蚀沙化危险 |               |                 | 60  |
|                           | 缓平坡地                      | 是该区最主要的地貌类型,开阔平坦,坡度小,排水欠畅,部分有轻度盐渍化威胁,一般有良好的引黄灌溉条件         |               |                 | 80  |
|                           | 洼地                        | 高差 1~3m 不等,地下水埋深 2~3m,水质不良,土质粘重,内外排水不畅,一般受盐渍化与渍涝危害,土壤适耕期短 |               |                 | 60  |
|                           | 决口扇                       | 黄河决口留下的扇状地形,沙性强,多受风力再造,往往形成沙丘地形,风沙化严重,地下水埋深不等,一般无引黄条件     |               |                 | 40  |

按上述作法,很容易求出各土地单元的评分值。在此基础上,再进行统计与相关分析,拟将全部土地分为 1,2,3,4 四个质量等级。然后将等级相同的综合土地单元进行归并,即获得了该区域的土地质量等级图(图 1-2)。从图 1-2 中可以看出各级土地的分布格局。这种分格局与粮棉现实产量平均水平的分布格局基本一致。之所以是基本一致,是因为评价指标中纳入了社会

经济指标。第二,产量水平并不完全取决于土地的自然属性,在一定程度上还受技术水平,管理水平和投入水平的制约。

表 1-5 土地评价参评因素评分

| 项目           | 类型               | 对应关系                  | 评分  |
|--------------|------------------|-----------------------|-----|
| ①耕性及适耕期      | 耕性良好,一般没有适耕期限限制  | 对应于沙土、壤质土壤与高亢地形       | 100 |
|              | 耕性不良,适耕期短        | 对应于粘性土壤与洼地地形          | 60  |
| ②田间可通行性      | 通行性良好            | 对应于沙土、壤质土壤与高亢地形       | 100 |
|              | 通行时间受限制          | 对应于土质粘重的洼地            | 60  |
| ③排水状况        | 畅通               | 对应于河滩高地、决口扇等“岗”地与轻质土壤 | 100 |
|              | 排水一般             | 对应于缓平坡地               | 80  |
|              | 排水不畅,易发生渍涝灾害     | 对应于洼地                 | 40  |
| ④风蚀状况        | 风蚀强烈             | 对应于沙质的决口扇、河滩高地、沙质河槽地  | 40  |
|              | 轻度风蚀             | 对应于沙壤质土地              | 70  |
|              | 风蚀不明显            | 对应于非沙性土壤              | 90  |
| ⑤土壤盐分的剖面垂直分布 | 表聚现象明显,影响出芽率     | 对应于重盐化土壤              | 40  |
|              | 表聚现象不明显,对出芽率轻度影响 | 对应于轻度盐化土壤             | 60  |
|              | 剖面中无盐分聚积         | 对应于非盐分土壤              | 100 |
| ⑥水分的时间变化     | 井灌为主,以黄补源,能适时灌溉  |                       | 100 |
|              | 黄灌,难以保证适时灌溉      |                       | 80  |
|              | 依靠降水,难以保证作物需水    |                       | 40  |
| ⑦劳力状况        | 劳力充足,价格低廉        | 区域性特征                 | 100 |
| ⑧土地价格        | 城市周围 5km,价高      |                       | 100 |
|              | 距城市 5km 以外的土地,价廉 |                       | 60  |

## 2. 灾害隐患

从上述分析可以看出,位山灌区有较好的农业自然条件和土地资源条件。正因为如此,使其成为重要的农业区域。但是,这里也仍然受到旱、涝、盐碱、风沙等自然灾害的危害。除此之外,还存在着一些目前尚未引起人们足够重视的灾害隐患。这就是:

(1)黄泛问题。黄河是一条善涉善淤的地上河。据记载,2000 多年来,黄河大小改道决口达 1500 多次,其中大的决口改道就达 26 次,涉及的范围北起海河,南抵淮河,几乎扫遍了整个华北平原。其中对聊城地区影响很大的有 3 次。第 1 次是在公元前 603 年,黄河决口影响冠县、临清市、莘县和高唐县的部分地区;第 2 次是公元 11 年,黄河决口危害阳谷、聊城、东阿、茌平、高唐等地;第 3 次是公元 1048 年,黄河在濮阳决口,北流沿卫运河入海,12 年后又东决口