

杨陵区节水灌溉分区规划

任春平, 杜 敏, 李 涛

(西北农林科技大学水土保持研究所, 国家节水灌溉杨陵工程技术研究中心, 陕西 杨陵 712100)

摘 要: 杨陵区是我国重点节水示范区之一, 对它进行节水灌溉分区是非常必要的。采用逐步判别分析法, 定量计算与经验定性相结合进行判断, 提出了杨陵节水灌溉分区方案, 并将杨陵区分为三个区, 对每个区的基本情况和节水灌溉发展去向、技术进行了讨论。

关键词: 灌溉区划; 逐步判别分析法; 计算定量; 经验定性

中图分类号: S 274.1 文献标识码: A 文章编号: 1005-3409(2002) 02-0015-04

Water Saving Irrigation Division Scheme in Yangling

REN Chun-ping, DU Min, LI Tao

(Institute of Soil and Water Conservation, Northwest Sci-tech University of Agriculture and Forestry,
NERC of Water Saving Irrigation in Yangling, Yangling 712100, Shaanxi Province, China)

Abstract: The Yangling district is one of the key national water saving demonstration zones. Based on the importance of the water saving division, the step-by-step analysis method was adopted, judged by the combination of calculation in quantity with experience in quality, the authors put forward the water saving division scheme in Yangling. The results showed that the district can be divided into three areas, at the same time, the basic situation and the water saving development direction and techniques of the three areas were discussed in detail.

Key words: irrigation division; step-by-step analysis method; calculation in quantity; experience in quality

1 杨陵区的自然与社会经济情况

1.1 自然状况

自然地理位置及交通: 杨陵区位于关中平原西部, 渭河以北, 地理坐标为东经 107°59′~108°08′, 北纬 34°14′~34°20′, 东西长 16 km, 南北宽 6.5 km, 总土地面积 94.18 km², 该区三面环水, 以漆水河与武功县、扶风县相隔, 西与扶风县接壤。交通比较方便, 陇海铁路横穿境内, 西宝公路中线及西宝一线公路从区通过。

水文气象: 杨陵区属于暖温带湿润气候区, 其特点是四季分明, 干湿交替, 冬季长夏季短, 夏季炎热多阵雨, 冬季干燥寒冷, 少雨雪。年平均气温 12.9℃。7 月份最热, 平均气温 26.1℃, 历年最高温度平均 38.5℃, 极端最高温度 42℃, 最低温度 -13.4℃, 极

端最低气温 -19.4℃, 全年无霜期 221 d。多年平均降水量 650.6 mm(1958~1990 年) 多年平均蒸发量为 1 100 mm(柴家嘴站资料) 干燥指数为 1.38。

地貌概况: 杨陵地势西北高、东南低, 地面平均坡降 7% 左右。由北向南分布着黄土台塬, 渭河阶地及漫滩。黄土台塬海拔高度 520~560 m, 塬面平坦分布有规模不大的侵蚀性洼地和构造洼地。

土壤特性: 从南向北, 随地势增高, 土壤质地由中壤土—轻黏土—黏土过渡, 土壤颗粒逐渐变级, 土壤稳渗率减弱, 容重、含水量呈现增加趋势, 孔隙度维持在 50% 左右, 呈现降低趋势, 而 < 0.25 mm 的水稳性团粒含量和 < 0.01 mm 的物理性黏粒含量明显呈上升趋势。

1.2 降水资源

1.2.1 降水的年内分配 本区降水资源年内变化

① 收稿日期: 2002-02-25
基金项目: 国家重大科技产业示范工程项目“渠灌类型区农业高效用水模式与产业示范”(99-021-01-02)。
作者简介: 任春平, 男, (1978-), 山西人, 硕士生, 主要从事水资源高效利用与宏观调控方面的研究工作。

大,分配不均。多年平均连续最大 4 个月降水量为 384.4 mm,一般出现在年内 7~10 月,占多年平均降水量的 60%。全区多年平均降水量分配及年内 4 个月最大降水量列表 1。

1.2.2 降水的年际分配 杨陵区多年平均降水量 637.6 mm,最大降水年份为 1983 年,降水量为 980.5 mm,最小降水年份为 1977 年,降水量为 327.1 mm,丰枯比为 3.0,变差系数多为 0.25,不同保证率时降水量列表 2。

表 1 杨陵区降水年内分配计算统计								
年 份	1	2	3	4	5	6	7	8
33 年合计	244.2	323.4	867.9	1923.9	2092.2	1729.2	3801.6	3095.5
年平均	7.4	9.8	26.3	58.3	63.4	52.4	115.2	93.9
占年内比例/%	1.16	1.54	4.12	9.14	9.94	8.22	18.1	14.7

月 份	9	10	11	12	连续最大四个月	
					降水量	占年比例
33 年合计	3692.7	3092.2	2973.5	171.6		
年平均	111.9	63.4	29.5	5.2	384.4	60%
占年内比例/%	17.7	9.94	4.63	0.82		

表 2 不同保证率降水量计算表				
保证率/%	20	50	75	95
出现年份	1968	1961	1971	1986
降水量/mm	757.1	595.2	945.1	418.0

由此可见,降水量的分配具有年内分配不均匀,年际变化大的特征。

1.3 社会经济状况

杨陵直辖五泉、大寨、杨村、李台四个乡和杨陵镇(行政称杨陵街道办事处),71 个村委会,122 个自然村,1999 年底全区总人口 124 304 人,农业人口 86 000 人,农业劳动力 44 040 人(劳动力按文化程度划分:文盲 11%、小学 23.5%、初中 51.5%、高中 14%),农业人口人均耕地 0.058 hm²。

1997 年,全区农民人均纯收入 1 396 元,农民人均负担费用 46.34 元,农业总产值 12 871 万元,其中农业产值 7 914 万元,占农业总产值 61.5%,粮食产值占农业产值 53.2%,林业产值 171 万元,占农业总产值 1.3%,畜牧业产值 478 万元,占农业总产值 37.2%。

2 节水灌溉分区

2.1 分区原则

针对杨陵区的上述特征,并考虑到杨陵区地域很小,在气候、降雨等方面存在的差异很小,而在地形地貌、灌溉水源、土质、渠道衬砌长度、节水灌溉面

积、机井平均深度及密度等方面存在着显著差异,按照下列原则来确定杨陵区节水灌溉分区方案的划分。

第一,区内地形、地貌、土质等自然条件基本相同或相似;

第二,区内水资源条件,节水灌溉发展途径基本相同或相似;

第三,适当考虑已有农业区划、水利区划和喷灌区划的成果;

第四,照顾行政区域和已有水利设施的完整性。

2.2 分区方法

分区采用经验定性和逐步判别分析计算定量相结合的方法以提高分区的精度,减少错分率,具体到杨陵区节水灌溉区划,初步根据地形灌溉方式、行政区划划分为三个区,第一区五泉乡、大寨乡;第二区杨村乡、杨陵镇;第三区李台乡。

2.2.1 基本的数学原理与分区数学模型 设杨陵地区为一个系统,它包括 G 个节水灌溉类型区,每个类型区中包括若干个节水灌溉的地域单元 X (称为个体),每个个体受 m 个因子(变量)的制约,这样就可把每个节水灌溉单元看作是 m 维欧式空间 R 中的一个点,于是,每个节水灌溉类型区 $A_g(g=1, 2, 3, \dots, G)$,都可以看作是 R 中的一个子空间 $R_g(g=1, 2, 3, \dots, G)$,并假定这些子空间是相互排斥的,且整个地域系统组成了 R 。若能把空间 R 划分成 G 个子空间,则对于空间 R 中的任一点 X 都可以找到它所属的子空间,这样划分各节水灌溉类型的目的便可以实现。

分区采用逐步判别分析方法,先假设各节水灌溉类型区(母体)的概率密度 $f_g(X)$ 和质验概率 $q_g(g=1, 2, 3, \dots, G)$ 为已知,则空间 R 的任一种划分都可能造成错分现象,令 $L(h_g)$ 表示个体 X 实属 A_g ,令错分到 A_h ,所造成的损失,并约定。

$$\begin{aligned} L(h_g) &= 0, \text{ 当 } h=g \\ L(h_g) &> 0, \text{ 当 } h \neq g \end{aligned}$$

相应的错分概率认为

$$P(h_g) = \int_R h f_g(x) dx \quad (1)$$

我们希望每次错分的可能性最小,即对于给定的那一个节水灌溉的地域单元 X ,它来自各节水灌溉类型区 A_g 的条件概率(后验概率)为

$$P(g|x) = \frac{q_g f_g(X)}{\sum_{i=1}^G q_i f_i(X)} \quad (2)$$

令错分率

$$E_g(x) = \frac{\sum_{h=1}^G \frac{q_h f_h(X)}{\sum_{i=1}^G q_i f_i(X)}}{\quad} \quad (3)$$

则条件概率

$$P(g|X) = 1 - E_g(X) \quad (4)$$

由(4)可知,要使 $E_g(X)$ 达最小的 g ,只要使 $p(g|x)$ 达最大的 g 。因此只要对每一个节水灌溉的地域单元 X 计算判别函数

$$y_{g^*}(X) = q_g f_g(X) \quad (g = 1, 2, 3, \dots, G) \quad (5)$$

找出判别函数达最大的那个 g^* ,若

$$y_{g^*}(X) = \max\{y_g(X)\}$$

则把该地域单元划归第 g^* 个节水灌溉类型区。

由上可知,要进行一个地域系统的类型分区,就需要逐个计算判别函数式(5)的值。各母体的先验概率 $q_g(g = 1, 2, \dots, G)$ 一般不易求得,可假定相等,或用样本的频率来代替。经过对分布密度函数 $f_g(X)$ 的计算,可得到如下的判别函数。

$$Y_g(X) = \ln q_g + C_{0g} + C_{1g}X_1 + C_{2g}X_2 + \dots + C_{mg}X_m$$

就是类型区划分计算的数学模型。

式中:

$$C_{0g} = -\frac{1}{2} \sum_{i=1}^L C_{ig} \bar{X}_{ig}$$
$$C_{ig} = (N - G) \sum_{j=1}^L W_{ij} \bar{X}_{ig}$$
$$i = 1, 2, \dots, L; g = 1, 2, \dots, G$$

W_{ij} 为入选变量组内离差矩阵, C_{ig} 称为判别系数。依下式计算后验概率。

式中:

$$p(g|X) = \frac{e^{Y_g(X)}}{\sum_{h=1}^G e^{Y_h(X)}}$$

$$Y_g(X) = y_g(X) - y_{g^*}(X)$$

整个计算在微机上进行。

2.2.2 选择划区因子 根据分区原则,与全国节水灌溉规划一样,根据各地的气象、水资源状况、灌水技术、渠道防渗、地形等因素选择 16 个因素组成节水灌溉分区指标体系(由于杨陵区面积较小,整个区内气候、降水状况差异不大,所以气候因素作为划分因子)。

X_1 —耕地面积(hm^2); X_2 —有效灌溉面积(hm^2); X_3 —河流引水灌溉面积(hm^2); X_4 —泵站提水灌溉面积(hm^2); X_5 —井灌面积(hm^2); X_6 —河流引水灌溉面积/有效灌溉面积, (%) ; X_7 —泵站提水灌溉面积/有效灌溉面积, (%) ; X_8 —井灌面积/有效灌溉面积, (%) ; X_9 —机井密度(眼/ km^2); X_{10} —

农用井平均深度(m); X_{11} —人口(人); X_{12} —节水灌溉面积(hm^2); X_{13} —人均收入(元); X_{14} —经济作物面积(hm^2); X_{15} —水利化程度; X_{16} —平均海拔高度(m)。

第一区平均海拔高 520 ~ 560 m; 第二区平均海拔 470 ~ 520 m, 第三区平均海拔高 430 ~ 470 m, 计算机运行结果见表 3。

判别函数的数学模型是根据区间的同异性和区内的相似性原则建立的。因而表 4 中的个别计算结果与分区原型稍有差异。因而必须参照定性方法来处理这种情况,根据定量计算结果,结合传统经验定性分区原理并照顾行政区划给出杨陵地区节水灌溉类型分区为:第一区五泉乡、大寨乡;第二区,杨村乡、杨陵镇;第三区李台乡。

3 分区描述

3.1 北部黄土塬区

北部黄土塬区包括五泉、大寨两个乡,该区与扶风、武功两县接壤,该区耕地面积 3 080 hm^2 ,人口 38 909 人,有效灌溉面积 2 665 hm^2 ,其中渠灌面积 1 500 hm^2 ,占有效灌溉面积的 53.4%,泵站灌溉面积 130 hm^2 ,占有效灌溉面积的 4.9%,井灌面积 1 000 hm^2 ,占有效灌溉面积的 41.7%。机井平均深 161 m,节水灌溉面积 760 hm^2 。由于该区主要是采用河流引水灌溉及泵站灌溉和井灌,渠道大都年老失修,渗漏严重,所以本区今后应努力扩大渠道防渗衬砌,发展管道输水。

3.2 中部渭河一、二级阶地区

中部渭河一、二级阶地区包括杨村乡,该区与武功县、扶风县接壤,耕地面积 1 293 hm^2 ,人口 23 270 人,有效灌溉面积为 1 047 hm^2 ,渠灌面积 435 hm^2 ,占有效灌溉面积 41.3%;没有泵站提水灌溉,井灌面积为 615 hm^2 ,占有效灌溉面积 58.76%,经济作物面积为 200 hm^2 。节水灌溉面积为 430 hm^2 ,机井平均深 119 m。本区应以管道输水灌溉为主,发展渠道防渗,并因地制宜的发展推广节水灌溉。在有条件的地方推广喷灌、滴灌。

3.3 南部渭河漫区

该区包括李台乡,该区与扶风、武功县两县接壤。耕地面积为 772 hm^2 ,人口 20 867 人,有效灌溉面积 770 hm^2 ,没有河流引水灌溉与泵站提水灌溉,井灌面积为 682 hm^2 ,机井平均深 37.4 m,节水灌溉面积为 640 hm^2 ,经济作物面积为 330 hm^2 。该区土质呈沙性,水源相对充足,地下水埋藏浅,以开发利用地下水,发展低压暗管输水灌溉为主。可适当发展喷微灌。

表 3 杨陵地区节水灌溉类型样本预分类与计算分类

村 名	标本 编号	预分 类	计 算 结 果		村名	标本 编号	预分 类	计算结果	
			计算机 分类	后验概率				计算机 分类	后验概率
五泉	1	H= 1	HM= 1	YM= 0.9928638	王上	10	H= 1	HM= 1	YM= 0.5264483
上湾	2	H= 1	HM= 1	YM= 0.8021948	斜上	11	H= 1	HM= 1	YM= 0.7731546
茂陵	3	H= 1	HM= 1	YM= 0.7959562	汤家	12	H= 1	HM= 1	YM= 0.9315219
帅家	4	H= 1	HM= 1	YM= 0.7504371	高家	13	H= 1	HM= 1	YM= 0.8431061
崔家	5	H= 1	HM= 1	YM= 0.9290454	郭管家	14	H= 1	HM= 2	YM= 0.5727882
桶张	6	H= 1	HM= 2	YM= 0.8943596	绛南	15	H= 1	HM= 1	YM= 0.7835149
椒生	7	H= 1	HM= 1	YM= 0.6123991	绛中	16	H= 1	HM= 1	YM= 0.980496
曹堡	8	H= 1	HM= 1	YM= 0.6463461	毕公	17	H= 1	HM= 1	YM= 0.9975071
曹沟	9	H= 1	HM= 1	YM= 0.8591089	朱家	18	H= 1	HM= 1	YM= 0.9544925

村 名	标本 编号	预分 类	计 算 结 果		村名	标本 编号	预分 类	计算结果	
			计算机 分类	后验概率				计算机 分类	后验概率
夹道	19	H= 1	HM= 1	YM= 0.9886822	下川口	45	H= 2	HM= 2	YM= 0.7269973
梁氏窑	20	H= 1	HM= 2	YM= 0.7916889	南庄	46	H= 2	HM= 2	YM= 0.5845708
东卜	21	H= 1	HM= 2	YM= 0.7785023	南杨	47	H= 2	HM= 2	YM= 0.8487453
南卜	22	H= 1	HM= 2	YM= 0.8429572	柴家咀	48	H= 2	HM= 2	YM= 0.7504631
西卜	23	H= 1	HM= 1	YM= 0.9804221	乔家底	49	H= 2	HM= 2	YM= 0.845645
杜寨	24	H= 1	HM= 1	YM= 0.9897983	北杨	50	H= 2	HM= 2	YM= 0.6037196
黎沟	25	H= 1	HM= 1	YM= 0.9860723	下杨村	51	H= 2	HM= 1	YM= 0.9382354
陈沟	26	H= 1	HM= 1	YM= 0.9741502	上代村	52	H= 2	HM= 2	YM= 0.7212997
官村	27	H= 1	HM= 1	YM= 0.9753802	夏家沟	53	H= 2	HM= 3	YM= 0.9531142
周家	28	H= 1	HM= 1	YM= 0.854143	下代村	54	H= 2	HM= 2	YM= 0.7270838
将寨	29	H= 1	HM= 1	YM= 0.9800404	刘黄堡	55	H= 2	HM= 2	YM= 0.909639
孟寨	30	H= 1	HM= 2	YM= 0.6444791	付家庄	56	H= 2	HM= 2	YM= 0.6135115
西小寨	31	H= 1	HM= 2	YM= 0.6585359	五星村	57	H= 3	HM= 3	YM= 0.999713
寨西	32	H= 1	HM= 1	YM= 0.9810434	永安村	58	H= 3	HM= 3	YM= 0.99148
寨东	33	H= 1	HM= 1	YM= 0.9826376	穆家寨	59	H= 3	HM= 3	YM= 0.9137765
元树 新庄	34	H= 2	HM= 2	YM= 0.6606633	杜家坡	60	H= 3	HM= 3	YM= 0.7453624
杨庄	35	H= 2	HM= 2	YM= 0.8976102	淡家堡	61	H= 3	HM= 3	YM= 0.5583337
崔东沟	36	H= 2	HM= 2	YM= 0.7016385	东湾	62	H= 3	HM= 3	YM= 0.9895968
崔西沟	37	H= 2	HM= 2	YM= 0.5075376	西湾	63	H= 3	HM= 3	YM= 0.9933615
马家底	38	H= 2	HM= 2	YM= 0.7389662	李台乡	64	H= 3	HM= 3	YM= 0.9643666
姚北村	39	H= 2	HM= 2	YM= 0.7393078	陈小寨	65	H= 3	HM= 3	YM= 0.9892216
姚东村	40	H= 2	HM= 2	YM= 0.9601481	胡家底	66	H= 3	HM= 3	YM= 0.9694172
姚南村	41	H= 2	HM= 2	YM= 0.7961435	北崖	67	H= 3	HM= 3	YM= 0.4843343
董家庄	42	H= 2	HM= 2	YM= 0.6095639	东桥	68	H= 3	HM= 3	YM= 0.9108423
半个城	43	H= 2	HM= 2	YM= 0.9773472	西桥	69	H= 3	HM= 3	YM= 0.9982135
上川口	44	H= 2	HM= 2	YM= 0.8929462	南崖	70	H= 3	HM= 2	YM= 0.5839921

4 结 论

(1) 所分各区在地形地貌、降水量、缺水程度、水利化程度等方面, 都存在着地域分异规律, 说明依法所划分的各灌溉节水区是合理的。

(2) 用逐步判别法划分节水灌溉类型区, 从众多因子中筛选出最显著的若干因子, 经过线形组合变换成一个新的变量。它体现多因子的综合作用, 是目

前国内外用于判别分区较精确的一种数学方法。与传统方法相比, 它能定量地考虑多个因子的作用。

(3) 由于节水灌溉类型区的划分, 主要受气象因素、缺水程度、地形、灌水方式、渠道防渗衬砌率、水利化程度等诸多因素制约, 而计算机结果是严格按照区内相似性原则进行的, 因而难免有时会有个别样本跨越区界, 出现‘跳区’现象。因此, 在目前资料尚不十分齐备情况下, 还应与定性分析方法相结合。

参考文献:

[1] 吴普特. 中国西北地区水资源开发战略与利用技术[M]. 北京: 水利水电出版社, 2001.

[2] 蒋定生. 试论黄土高塬基本农田建设类型区的划分[J]. 中国科学院水利部水土保持研究所集刊, 1989(9).

[3] 蒋定生. 陕西省灌溉节水区划[M]. 西安: 地图出版社.