

# 盐湖区小型农田水利工程 设计方案浅析

廉 纳

(山西省运城市盐湖区水务局, 山西 运城 044000)

**【摘要】** 受地理位置、自然气候等影响,近年来盐湖区旱灾频繁发生,探讨盐湖区小型农田水利工程设计迫在眉睫。本文依托小型农田水利实施方案,选定灌区规划范围,设定项目建设内容,选定2014年为设计基准年,采用轮灌的灌溉方式。从灌溉制度拟定、灌溉水量计算、水资源供需平衡分析三个方面进行需水量核定。对类似小型农田水利工程设计具有借鉴意义。

**【关键词】** 小型农田水利工程;设计基准年;灌溉制度拟定;灌溉水量计算;供需平衡分析

中图分类号: TV93

文献标志码: A

文章编号: 2096-0131(2017)07-0070-05

## Analysis on design plan of small farmland water conservancy projects in Yanhu District

LIAN Na

(Shanxi Yuncheng Yanhu District Water Bureau, Yuncheng 044000, China)

**Abstract:** Yanhu District suffers from frequent droughts in recent years due to the influence of geographical location and natural climate, etc. It is urgent to design small farmland water conservancy projects in Yanhu District. In the paper, small farmland water conservancy implementation plans are relied for selecting the irrigation area plan scope. Project construction contents are set. 2014 is regarded as the base year for design. Rotation irrigation mode is adopted. Water demand is checked from three aspects of irrigation system formulation, irrigation water quantity calculation and water resources supply demand balance analysis. The paper has reference significance for designing similar small farmland water conservancy projects.

**Key words:** small farmland water conservancy projects; design base year; irrigation system setting; calculation of irrigation water quantity; supply-demand balance analysis

### 1 概 况

运城市盐湖区位于山西省南部,受地理位置、自然气候等影响,该地区旱灾频繁发生,经常导致农田大面积减产,直接影响粮食生产,严重制约农村经济发展。为改善农业生产条件,盐湖区先后修建和配套了大量水利工程设施,引黄灌区末级渠系配套和各小型灌区

的节水灌溉工程建设速度明显加快。为进一步扩大、巩固小型农田水利建设成果,提高地下水资源和现有水井的利用率,特进行盐湖区小型农田水利建设工程设计方案编制工作,本文依托《盐湖区2015年度小型农田水利重点县建设项目实施方案》进行深入分析,探讨盐湖区小型农田水利建设工程设计中的经验和亮

点,对加快新农村建设具有重要意义<sup>[1]</sup>。

## 2 工程规划

### 2.1 建设内容

盐湖区规划发展农田高效节水总面积 3.443 万亩,其中:黄灌区管灌 2.303 万亩,井灌区管灌 1.09 万亩,大棚滴灌 0.02 万亩,大田喷灌 0.03 万亩。工程涉及泓芝驿镇的余林、乔阳、寨头、寨里、西翟底,北相镇的南相、西张贺、西曲马、北相、相庄、寨庄、小店,席张乡的席张、南贾及龙居镇的雷家坡村,共计 4 个乡镇 15 个村。

工程主要建设内容包括:预应力混凝土压力管道铺设、农用灌溉移动水带购置、水泵购置与安装、水井管理房建设、喷灌管道设施铺设与安装、地下式钢筋混凝土调蓄池建设等。

### 2.2 规划标准

盐湖区灌区属缺水地区,主要农作物为小麦、玉米、果树和蔬菜等,灌溉方式有管灌、微灌、喷灌等,根据《灌溉与排水工程设计规范》(GB 50288—1999)、《微灌工程技术规范》(GB/T 50485—2009)、《喷灌工程技术规范》(GB/T 50085—2007),管灌工程的灌溉设计保证率取 75%,微灌工程的灌溉设计保证率取 85%,喷灌工程的灌溉设计保证率取 85%。工程设计基准年为 2014 年<sup>[2-3]</sup>。

### 2.3 总体布置

根据盐湖区《小型农田水利重点县建设方案(2013—2015 年)》,规划建设任务主要分为中部和西南两个片区,共发展高效节水总面积 3.443 万亩,包含大棚滴灌、大田喷灌、管道输水灌溉 3 种灌水方式。中部区为泓芝驿镇、北相镇 2 个镇 12 个自然村,为黄灌区管灌和喷灌,发展管灌面积 2.303 万亩,喷灌 0.03

万亩;西南区包括席张乡、龙居镇 2 个乡镇 3 个村庄,任务为大棚滴灌 0.02 万亩、管道输水灌溉 1.09 万亩。结合当地灌溉现状,工程采用地下管道输水,灌溉方式采用轮灌。一般情况以每眼井为一个独立的灌水单元。干、支管根据地形坡度、作物种植方向和田间道路等因素布置,支管垂直干管布置,间距一般为 80m。

## 3 需水量核定

### 3.1 灌溉制度拟定

2015 年盐湖区高效节水工程由黄灌区管灌、井灌区管灌、大棚滴灌、大田喷灌四部分组成。

#### 3.1.1 灌溉水利用系数

灌溉水利用系数是根据灌区大小、水源情况、管渠系布置以及管渠道长度、土质、防渗措施和管理水平等因素综合确定<sup>[4]</sup>,根据国家和水利行业的有关规定和规范,管道输水利用系数取 0.95,管灌田间水利用系数取 0.9,管灌水利用系数取 0.85,滴灌灌溉水利用系数取 0.9。

#### 3.1.2 灌溉定额计算

农田灌溉用水量一般应根据灌区内灌溉试验资料确定,参照尊村引黄灌区 30 多年的灌溉经验,根据运城市农业发展规划的产量指标及作物需水量、有效降水量,并考虑灌区的节水措施,按水量平衡原理综合分析确定各种作物的灌溉定额。

a. 作物产量指标及田间耗水量。根据运城市农业发展规划和《山西农业节水理论与作物高效率高用水》,灌区亩产量确定为小麦 400kg/亩,棉花 80kg/亩,玉米 430kg/亩,果蔬 1500~3500kg/亩。结合项目区群众多年高产灌水的经验,项目区主要作物产量指标及全生育期耗水量见表 1。

表 1 项目区作物产量指标及田间总耗水量

作物	小麦	玉米	苹果	葡萄	桃树	枣树	梨树	杏树	蔬菜
产量指标/(kg/亩)	400	430	3500	1500	3000	1500	3000	2500	2000
耗水量/(m <sup>3</sup> /亩)	310	280	290	330	230	250	280	200	370
耗水量/mm	465	420	435	495	345	375	420	300	555

b. 作物设计年生长期。小麦生长期(首年 10 月至次年 5 月),苹果生长期(4—10 月),玉米生长期

(6—9月)。

c. 不同灌溉设计保证率的设计降雨量。考虑年降雨量在时间分配上的差异以及对作物灌溉需水的影响,为避免出现作物生长期降雨频率和灌溉设计保证率相差较大的情况,灌溉设计保证率采用作物生长期降雨资料进行频率计算,选择降雨频率和灌溉设计保证率相同的年份作为设计代表年。

由年降雨量表可推求多年平均降雨量,年降雨量变差系数  $C_V = 0.3$ 。根据《山西省水文计算手册》附表 I-2,  $C_s = 2C_V$ , 可求得不同灌溉设计保证率的设计降雨量  $P_p$ , 见表 2。

表 2 灌溉设计保证率的设计年降雨量

保证率 $P/\%$	全年平均降 雨量/mm	变差系数 $C_V$	模比系数 $K_p$	设计年降雨量/ mm
75	518.6	0.3	0.785	407.10

对 1980—2012 年全年降雨量分别在小麦生长期、苹果生长期、玉米生长期进行排频分析,灌溉设计保证率按 75%, 确定 2006 年为设计代表年。

d. 主要作物有效降雨。农作物生长期降雨有效利用系数按 0.8 ~ 0.9 考虑。项目区作物代表年及设计年生长期有效降雨资料见表 3。

表 3 设计年降雨量月分配

单位:mm

代表年/ 设计年	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	全年	生长期 11 月 至次年 5 月	生长期 3—10 月	生长期 6—9 月
2006 年	7.2	6.7	8.1	26.3	64.8	65.1	43.8	54.3	101.0	21.2	17.3	3.8	419.6			
75%	7.3	6.8	8.2	26.6	65.4	65.7	44.2	54.8	102.0	21.4	17.5	3.8	423.6	273.10	388.3	266.7

e. 灌溉定额核定。作物灌溉水量采用水量平衡分析法确定,在作物全生育期中任何一个时段,土壤计划湿润层  $H$  内储水量的变化采用如下水量平衡方程表示:

$$W_t - W_0 = W_r + P_0 + K + M - ET \quad (1)$$

式中  $W_t, W_0$ ——任一时段  $t$  和时段初的土壤计划湿润层内储水量,  $m^3/\text{亩}$  或  $mm$ ;

$W_r$ ——由于土壤计划湿润层增加而增加的水量,在把作物整个生育期看作一个时段时,相当于土壤储水量按一个深度计算,取  $W_r = 0$ ;

$P_0$ ——保存在土壤计划湿润层内有效雨量,  $m^3/\text{亩}$  或  $mm$ ;

$K$ ——时段  $t$  内的地下水补给量,项目区地下水埋深在 3m 以下,不予考虑;

$M$ ——作物时段  $t$  内的灌溉水量,  $m^3/\text{亩}$  或  $mm$ ;

$ET$ ——作物时段  $t$  内的田间需水量,  $m^3/\text{亩}$  或  $mm$ 。

作物灌溉水量可根据式(1)由式(2)计算推求:

$$M = W_t - W_0 - W_r - P_0 - K + ET \quad (2)$$

计算得各种作物灌溉制度见表 4。

表 4 灌溉制度

灌溉方式	作物	灌溉保证率/%	生长期	生长期降雨量/mm	有效降雨量/mm	田间总耗水量/mm	计算灌溉定额		灌溉定额取值/ ( $m^3/\text{亩}$ )	灌水次数	灌水期
							mm	$m^3/\text{亩}$			
管灌	小麦	75	10月1日至次年6月3日	273.1	218.48	491	272.43	182	180	4	越冬、拔节、抽穗、灌浆
	玉米		6月11日至9月30日	266.7	234.70	405	169.28	113	115	3	拔节、抽穗、灌浆
	苹果		4月11日至10月20日	383.3	314.31	475	160.35	107	105	3	萌芽、花后、膨大
	桃树		3月21日至7月31日	200.80	160.64	345.0	184.34	123	125	3	萌芽、花后、膨大
	梨树		3月21日至9月30日	321.29	257.04	420.0	162.94	109	110	3	萌芽、花后、膨大
	核桃		3月14日至9月5日	298	228	430	203	135	135	3	开花、硬核、成熟
	葡萄		4月11日至9月20日	309.94	247.95	495.0	247.03	165	165	4	萌芽、花后、膨大、上色
	枣树		4月21日至9月30日	301.25	241.00	375.0	133.98	89	90	3	花前、硬核、膨大

续表

灌溉方式	作物	灌溉保证率/%	生长期	生长期降雨量/mm	有效降雨量/mm	田间总耗水量/mm	计算灌溉定额		灌溉定额取值/ (m <sup>3</sup> /亩)	灌水次数	灌水期
							mm	m <sup>3</sup> /亩			
滴灌	大棚黄瓜	85				200			200		
喷灌	小麦	85				150			150	5	冬浇、返青、拔节、 抽穗、灌浆
	玉米					120			120	4	播前、拔节、抽穗、灌浆

灌溉保证率 75% 的情况下,大田作物管道灌溉制度见表 5。

表 5 管灌区作物灌溉制度 (P = 75%)

作物名称	种植比例	灌水次数	灌水定额/ (m <sup>3</sup> /亩)	净灌溉定额/ (m <sup>3</sup> /亩)	灌 水 时 段			灌水天数/ d	净灌水率/ [m <sup>3</sup> /(s·万亩)]
					生长期	始灌	终灌		
小麦	59	1	45	180	冬浇	11月20日	12月4日	15	0.22
		2	45		拔节	4月1日	4月14日	14	0.24
		3	45		抽穗	4月20日	5月3日	14	0.24
		4	45		灌浆	5月10日	5月23日	14	0.24
果(桃)树	41	1	40	120	萌芽	3月21日	4月1日	12	0.17
		2	40		花后	5月24日	6月3日	11	0.19
		3	40		膨大	7月26日	8月7日	13	0.16
复播	35	1	40	115	拔节	7月1日	7月10日	10	0.18
		2	35		抽穗	8月8日	8月17日	10	0.15
		3	40		灌浆	8月23日	9月1日	10	0.18

$$M_{毛综} = (180 \times 59\% + 120 \times 41\% + 115 \times 35\%) / 0.85 = 230.18 \text{ m}^3/\text{亩}$$

$$q_{毛} = 0.24 / 0.85 = 0.28 \text{ m}^3 / (\text{s} \cdot \text{万亩})$$

### 3.2 灌溉用水量计算

区管灌 2.303 万亩,井灌区管灌 1.09 万亩,大棚滴灌项目区高效节水灌溉面积 3.443 万亩,其中黄灌 0.02 万亩,大田喷灌 0.03 万亩,详见表 6。

表 6 盐湖区 2015 年高效节水灌溉规划

乡 镇	村 庄	合计/万亩	井灌区管灌/万亩	大棚滴灌/万亩	大田喷灌/万亩	黄灌管灌/万亩	备 注
席张乡	席张村	0.57	0.57	0.02			
	南贾村	0.32	0.32				
北相镇	南相	0.05				0.05	
	西张贺村	0.2				0.2	
	西曲马村	0.2				0.2	
	北相	0.28				0.28	
	相庄	0.05				0.05	
	寨庄	0.078				0.078	
	小店	0.03					0.03
泓芝驿镇	寨里	0.55				0.55	
	寨头	0.1				0.1	
	乔阳	0.385				0.385	
	余林	0.13				0.13	
西翟底	西翟底	0.28				0.28	
	雷家坡	0.22	0.22			0.22	利用中水
合 计		3.443	1.09	0.02	0.03	2.303	

根据作物种植面积及灌溉制度,计算可得:黄灌区作物毛灌水率为 $0.28\text{m}^3/(\text{s}\cdot\text{万亩})$ ,项目区管灌面积2.303万亩,需要流量为 $0.64\text{m}^3/\text{s}$ 。项目实施区年共需水796.2万 $\text{m}^3$ ,其中黄灌区530.1万 $\text{m}^3$ ,井灌区266.1万 $\text{m}^3$ 。灌溉用水量见表7。

表7 灌溉用水量

灌溉片区	作物种类	面积/万亩	净灌溉定额/ ( $\text{m}^3/\text{亩}$ )	灌溉水利 用系数	灌溉用水量/ 万 $\text{m}^3$
引黄管灌	小麦、玉米、果树	2.303	195.65	0.85	530.1
管灌	小麦	0.7085	180	0.85	150.0
	复播	0.3488	115	0.85	47.2
	桃树	0.084	125	0.85	12.4
	苹果	0.06	105	0.85	7.4
	葡萄	0.08	165	0.85	15.5
	核桃	0.1135	135	0.85	18.0
滴灌	蔬菜	0.024	220	0.85	6.2
	黄瓜	0.02	200	0.9	4.4
喷灌	小麦	0.02	150	0.85	3.5
	玉米	0.01	120	0.85	1.4
合计		3.443			796.2

### 3.3 水资源供需平衡分析

项目实施后,年灌溉需水量266.1万 $\text{m}^3$ ,除雷家坡利用中水50.7万 $\text{m}^3$ 外,还需开采地下水215.4万 $\text{m}^3$ 。根据《运城市第二次水资源调查评价报告》,该区域地下水可开采模数为 $15\text{万}\text{m}^3/(\text{km}^2\cdot\text{a})$ ,年允许开采量为300万 $\text{m}^3$ 。项目区内井灌区地下水资源的可开采量和37眼水井的取水能力,完全可满足项目区年开采地下水215.4万 $\text{m}^3$ 的需要。

雷家坡灌溉工程水源为城西富斯特污水处理厂中水,日排放量为5万 $\text{m}^3/\text{d}$ ,中水出厂后,通过DN1800mm钢筋混凝土排水管排入硝池滩,沿途无用水户。本次雷家坡农田采用中水灌溉,水量完全可得到保证。

尊村引黄灌区孙坞二级站位于盐湖区西张贺村,安

装两台SLOW350-380(I)型水泵,设计流量为 $0.86\text{m}^3/\text{s}$ 。黄灌区的管灌灌水率为 $0.28\text{m}^3/(\text{s}\cdot\text{万亩})$ ,2.303万亩的黄灌面积需要的灌溉流量为 $0.64\text{m}^3/(\text{s}\cdot\text{万亩})$ ,灌溉水源能满足灌溉要求。

## 4 结 语

受地理位置、自然气候等影响,近年来盐湖区旱灾频繁发生,严重制约当地经济发展。为改善农业生产条件,本文依托盐湖区小型农田水利建设项目实施方案进行深入分析,探讨盐湖区小型农田水利工程设计方案。

盐湖区规划发展农田高效节水总面积3.443万亩,涉及4个乡镇15个村,主要建设内容包括:预应力混凝土压力管道铺设、农用灌溉移动水带购置、水井管理房建设等。设计中,工程设计基准年选定为2014年,管灌、微灌、喷灌工程的灌溉设计保证率分别取75%、85%、85%。结合灌溉现状,采用地下管道输水,灌溉方式采用轮灌。支管垂直干管布置,间距一般为80m。

设计中,依据行业规范和灌区现状,选定管道输水利用系数、管灌水利用系数等参数;从作物产量指标及田间耗水量、作物设计年生长期、不同灌溉设计保证率的设计降雨量等几个方面进行灌区灌溉定额计算;综合灌溉面积分析灌溉用水量,依据地下水开采和中水回用进行水资源供需平衡分析。

### 参考文献

- [1] 陈孝琴. 小型农田水利工程建设问题的探讨[J]. 现代制造, 2010(6):17-17.
- [2] 徐满杰. 浅谈小型农田水利工程建设问题及对策[J]. 科学之友, 2010(5):61-62.
- [3] 王懋懿. 谈小型农田水利工程的几点体会[J]. 科技创新与应用, 2012(22):34-34.
- [4] 董长青. 新时期小型农田水利工程设计相关问题的分析[J]. 科技展望, 2014(11):175-175.