

西夏区牧二渠砌护工程设计方案

张 强

银川市水电勘测设计院 宁夏银川 750004

摘 要:项目区主要灌溉渠道牧二渠经多年运行,存在渠板冻胀脱落,控水建筑物缺失、跑水、漏水严重等问题。为响应中央 1 号文件对加强农田水利等薄弱环节建设、全面加快水利基础设施建设、建立水利投入稳定增长机制、实际最严格的水资源管理制度的要求。通过对渠道进行翻建、配套渠系建筑物等手段可有效改善灌溉及管理条件,有利于提高粮食生产能力,促进经济的发展,提高项目区广大群众的经济收入,改善当地群众生产及生活条件。

关键词:灌溉水渗漏;砌护;设施建设;提高生产力

牧二渠为项目区内主要的灌溉渠道,自西干渠桩号 5+600 处开口至分水口处,长 5.54km,为输水渠段。渠道断面为梯形复合断面,平均开口宽 4.9m,渠深 1.2m,比降 1/450。该段渠道分别于 80、90 年代所砌,现状渠道砼板脱落、渠底冻胀、开裂,存在跑水、漏水现象。分水口以下分为东支渠、南支渠、北支渠 3 条分支渠。东支渠、南支渠与北支渠现状运行良好。牧二渠主要灌溉芦花台三闸村、芦花村、同庄村,良渠稍村农田,灌溉面积 1.7 万亩。2017 年引用水量 1210 万 m³。近年来最大引水流量 3.1m³/s。现状渠道控水建筑物老化、缺失,衬砌板脱落,渠底冻胀等现象严重,增加农民水费负担,严重制约了地方社会经济的发展。

2010 年中央 1 号文件对加强农田水利等薄弱环节建设、全面加快水利基础设施建设提出了明确要求。项目在维持原有布局基础上对牧二渠渠板进行翻建并配套建筑物,建立健全的农田灌溉体系。

1 项目区概况

项目区位于贺兰山西路街道办事处,地处西夏区境内,渠道西起西干渠桩号 5+600 处,向东穿西绕城高速、文萃街至分水口处,长 5.54km。地理坐标东经 106° 05′ 04″~106° 08′ 51″,北纬 38° 34′ 04″~38° 34′ 08″。

项目区属中温带干旱大陆性高原气候区,气候干燥,雨雪稀少,日照充分,蒸发强烈,风大沙多,夏季炎热而短促,冬季寒冷而漫长,冷热变化急剧,属典型的大陆性气候。7~9 月份为雨季,雨量占全年降雨量的 70~80%左右。每年 11 月开始冰冻期,翌年 3 月解冻。

工程区地貌属山前倾斜平原,沿贺兰山东麓呈裙带分布,海拔 1100~1250m,自西向东以 1/100~0.5/1000 的坡度倾斜,属堆积剥蚀地貌类型,地层为第四纪洪积物堆积而成。

工程区主要分为地表水与地下水。地表水系发达,主要河流为黄河,此外人工灌溉沟渠纵横交错,大小湖泊遍布各处,地表水水

源充足。地下水主要为第四系沉积物中的孔隙水,水文地质条件明显受地层结构控制。该地区潜水的动态与大气降水及西干渠灌溉水入渗关系密切,每年 7~9 月为大气降水及农田灌溉期,地下水位自 7 月开始上升,9、10 月达到最高水位,随后逐渐下降,次年 4 月达到当年最低水位,平均变幅 2~3m。承压水的动态比潜水稍有滞后,每年最高水位出现在 9~11 月,最低水位出现在 4~5 月,年变幅约为 1~2m。

2 工程任务

着眼长远,立足当前,通过对西夏区牧二渠进行以节水为主的砌护改造,配套改造渠系建筑物,增强支渠调控能力,减少渠道输水损失,保障渠道安全高效运行,改善灌溉及管理条件,提高灌溉水利用率,保证农田正常灌溉用水量,提高农民收入。

3 工程规模

3.1 灌溉设计保证率、田间水利用系数

灌溉保证率按作物生育期内设计需水量得到充分满足的年份占总年数的百分数确定。根据《灌溉与排水工程设计规范》(GB50288-2018),结合本项目区种植作物等实际情况,农田设计灌溉保证率取 75%,田间灌溉水利用系数 0.9。

3.2 设计灌水率

(1) 作物种植结构

由于本项目渠道属于西干渠灌域,根据西干渠管理处提供的数据,项目区总灌溉面积 1.7 万亩,其中:种植比例为:水稻占 35%,麦套玉米占 55%,蔬菜占 10%。

作物种植比例

名称	灌溉面积 (万亩)	种植种类		
		水稻 35% (万亩)	麦套玉米 50% (万亩)	蔬菜 10% (万亩)
牧二渠	1.7	0.6	0.94	0.16
总计	1.7			

(2) 作物需水量

参照《中国主要作物需水量与灌溉》及《宁夏不同灌区各种作物田间灌溉定额表》(宁夏水利厅)确定生育期水稻需水量 790m³/亩,麦套玉米需水量 390 m³/亩,露地蔬菜需水量 430 m³/亩。

(3) 灌溉制度与灌水率的确定

设计灌水率根据作物组成和灌溉制度按下式计算:

$$q = \alpha m/B T$$

式中: q—灌水率 (m³/s/万亩);

α —作物种植比例（由作物种植结构确定）；

m—作物某次灌水定额（ $\text{m}^3/\text{亩}$ ）；

B—时间常数；每日供水时间按 24 小时计算， $B=86400\text{s}$ 。

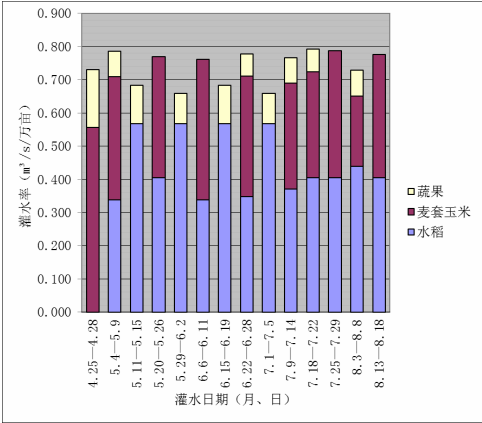
T—延续时间（天）；

根据计算各次灌水率、灌水延续时间，将各种作物的灌水率相加，绘制灌水率图，并加以修正，选择最大灌水率作为设计灌水率，因此，项目区内设计灌水率取为 $0.793\text{m}^3/\text{s}/\text{万亩}$ 。

灌水率表

灌水时间（月，日）	灌水天数（天）	灌水定额			灌水率（ $\text{m}^3/\text{s}/\text{万亩}$ ）
		水稻(35%)	麦套玉米(55%)	蔬果(10%)	
4.25—4.28	4		35	60	0.731
5.4—5.9	6	50	35	40	0.786
5.11—5.15	5	70		50	0.683
5.20—5.26	7	70	40		0.769
5.29—6.2	5	70		40	0.660
6.6—6.11	6	50	40		0.762
6.15—6.19	5	70		50	0.683
6.22—6.28	7	60	40	40	0.777
7.1—7.5	5	70		40	0.660
7.9—7.14	6	55	30	40	0.767
7.18—7.22	5	50	25	30	0.793
7.25—7.29	5	50	30		0.787
8.3—8.8	6	65	20	40	0.728
8.13—8.18	6	60	35		0.776
生育期小计	78	790	330	430	
10.23—11.16	25		60		0.153
合计	103	790	390	430	

规划设计灌水率：0.793 立方米/秒/万亩，综合平均净灌水定额 $534\text{m}^3/\text{亩}$ 。



灌水率图

本项目灌溉水利用系数是根据《灌溉与排水工程设计规范》（GB50288—2018）及项目实施后工程运行的实际情况综合分析确定。

3.3 灌溉水利用系数

灌溉水利用系数计算表

	渠道水利用系数			渠系水利用系数	田间水利用系数	灌溉水利用系数
	支渠	斗渠	农渠			
现状	0.82	0.84	0.88	0.61	0.90	0.55
设计	0.9	0.9	0.89	0.72	0.90	0.65

3.3.1 渠道流量分析确定

1、规范法

根据控制灌溉面积、工作制度及管理等诸多方面因素，灌溉设计引水流量按下式确定：

$$Q=qA/\eta$$

式中：q—设计灌水率（ $\text{m}^3/\text{s}/\text{万亩}$ ）；

A—灌溉面积（亩）；

η —灌溉水利用系数；

渠道总灌溉面积 1.7 万亩，确定渠道引水流量为 $2.07\text{m}^3/\text{s}$ 。

2、实测流量法

现状渠道为梯形复合断面，根据现场实测，渠道平均大水位印记深 0.77m，平均渠底宽 1.8m，边坡 1：1.2，比降 1/400，渠道为

浆砌石与砼板复合砌护,渠道取糙率 0.023,反推实测流量为 2.7 m³/s。

3、排频流量法

根据西干渠管理处提供近 2 年测水站实测牧二渠流量平均值进行频率分析,由排频结果可知,频率为 75%对应的流量作为渠道设计流量 2.48 m³/s。根据《灌溉与排水工程设计规范》(GB 50288-2018)及《灌溉渠道衬砌工程技术规范》(DB 64/T 811-2012)要求,加大流量的百分数为设计流量的 25%,算得加大流量为 3.1 m³/s。与近 2 年平均最大实测流量 3.05m³/s 相近。

4、流量最终确定

根据以上三种方法进行分析推算,结合实际灌溉情况,为保证下游农田正常灌溉,本次渠道根据排频流量法中加大流量作为校核流量,以频率为 75%对应的流量作为渠道设计流量。

因此,牧二渠设计流量为 2.48m³/s,加大流量为 3.1 m³/s。

4 工程设计

4.1 渠道比降设计

根据实测现状渠底比降、水位高程及沿线文昌北街、五七路、文萃街等控制性建筑物路涵底高程,并结合西干渠底、分水口底、水位关系确定衬砌渠道各段比降。桩号 0+000~0+515 段比降为 1/450;0+515~1+285 段比降为 1/450、1+285~1+820 段比降为 1/400、1+820~2+415 段比降为 1/450、2+415~3+780 段比降为 1/500、3+780~5+540 段比降为 1/600。

4.2 糙率

根据《灌溉渠道衬砌工程技术规范》DB64/T811—2012 表 4.4.6.2-4 中不同衬砌材料渠道糙率确定预制砼板取 0.016。

4.3 渠道断面设计

根据宁夏引黄灌区的渠道砌护经验,结合宁夏《灌溉渠道衬砌工程技术规范》DB64/T811—2012 分析,渠道衬砌砼、预制砼、填缝砼及现浇砼强度标号为 C20,抗冻强度标号为 F150,抗渗标号为 W6。

0+000~0+515 段渠道开口 4.397m,渠深 1.14m,堤顶宽 2m,圆弧角半径 R=2.3m,外倾角为 50°,外坡 1:1.5。该段渠道渠底为 C20 砼现浇,两侧边坡采用砼板砌护,砼板下部铺筑 0.3mm 厚土工膜,板与土工膜之间垫 30mm 厚 M5 水泥砂浆。砼板厚 70mm,缝宽 70mm。沿水流方向每隔 7.48m 设一道横向伸缩缝,采用聚乙烯石膏填缝,缝宽 30mm。

0+515~5+540 段渠道开口 4.128m,渠深 1.18m,堤顶宽 2m,圆弧角半径 R=2.3m,外倾角为 40°,外坡 1:1.5。该段渠道采用预制砼板砌护,砼板下部铺筑 0.3mm 厚土工膜,板与土工膜之间垫 30mm 厚 M5 水泥砂浆。板厚 70mm,缝宽 70mm。渠道沿水流方向每 7.48m 设一条伸缩缝、缝宽 30mm,材料为聚乙烯石膏。

4.4 水力要素

(1) 水力计算

根据确定的渠道断面及砌护形式,对渠道进行水力计算。按照明渠均匀流公式:

$$Q = WC\sqrt{Ri} \quad \text{式中:}$$

Q—渠道设计流量 (m³/s)

W—断面面积 (m²)

R—水力半径 (m)

C—谢才系数, $C = \frac{1}{n} \times R^{\frac{1}{6}}$

I—渠道比降

n—渠床糙率

4.5 验算渠道允许不冲流速与允许不淤流速

4.5.1 渠道允许不冲流速

根据《灌溉与排水工程设计规范》(GB 50288—2018)规定:预制铺砌的砼渠道的允许不冲流速应小于 5 m/s,渠道的不冲流速按渠道最大流量进行验算。

经计算,各渠道最大流量对应的流速均小于 5 m/s,满足规范要求。

4.5.2 渠道允许不淤流速

$$v_{\text{不淤}} = CR^{0.5}$$

式中: $v_{\text{不淤}}$ —允许不淤流速 (m/s)

R—水力半径 (m)

C—根据渠道泥砂性质选定 0.41

根据《灌溉渠道衬砌工程技术规范》(DB 64/T 811—2012)规定:预制铺砌的砼渠道的允许不冲流速不应小于 0.5 m/s。渠道不淤流速按渠道最小流量进行验算,续灌渠道最小流量按设计流量的 40%。

经计算,各渠道最小流量对应下的流速均大于不淤流速,满足规范要求。

5 效益分析

5.1 经济效益分析

(1) 通过实施项目建设,减少渠道渗漏损失,灌溉水利用系数由 0.55 提高到 0.65,每年可节省灌溉水量,降低农业生产成本,改善了当地群众的生活状况。

(2) 通过实施项目建设,农田基础设施更加完备,耕地生产力提高,农副产品也有较大的增长,有效地丰富了市场货源,增加了农民收入。促进项目区的经济的持续发展。

5.2 社会效益分析

(1) 通过实施项目建设,可缩短灌溉期灌水时间,有效解决了项目区灌溉难问题,改善农业供水管理体制和水价形成机制,使农民得到实惠,增加地方财力,调动农民对农业生产的积极性。

(2) 通过实施项目建设,减少了群众争水、抢水现象,体现党和国家重视水利建设的政策,重视民族地区经济发展的政策。密切党和政府同人民群众的联系,有利于促进农村的社会稳定和民族团结。

5.3 生态效益分析

通过实施项目建设,能充分有效利用水资源,可在满足植物生理需求的情况下,最大限度的减少土壤下渗水量,消除土壤次生盐渍化的可能性,改善了农业生产环境。

总之,渠道改造及配套建筑物,给控水及管水人员提供方便,农田灌溉体系更加完善,提高了耕地生产力,增加了粮食产量,促进当地经济发展。

参考文献:

- [1]黄梅.《巴浪湖农场设施蔬菜喷灌技术设计应用研究》.宁夏农林科技 2011-9-10.
- [2]张巧玲.《今年中央 1 号文件锁定水利改革与发展》.科学时报 2011-1-31.
- [3]互联网文档资源.《宁夏小农水编制提纲》.2021-04-16.
- [4]互联网文档资源.《节水可行性报告》.2021-05-01.
- [5]中国期刊总库.2021-05-01.