

灌区渠道系统输配水能力设计分析

刘忠昌

吉安正鸿工程质量检测有限公司 江西吉安 343100

摘要: 灌区渠道输配水系统在灌区水量输送中,起着至关重要的作用,系统的运行能力直接关系到水源输送的时效性、稳定性以及可靠性,因此提高灌区渠道输配水系统的运行能力,是增强水源输送流畅性,实现水资源合理配置的关键举措。本文结合某工程的实际情况,详细分析了灌区渠道系统输配水工程的建设内容后,重点阐述强化输配水运行能力的各项措施,其中涵盖了优化灌区工程布局形式、修复现状渠道过流能力以及科学设计渠道断面等,旨在促进灌区渠道输配水系统的运行质量和效率,为灌区水量的有效输送提供保障,以期相关人员提供参考和借鉴。

关键词: 灌区工程; 输配水系统; 运行能力

在农业和农村经济发展的过程中,灌区工程起着积极的促进作用,是重要的基础设施之一,在保证区域用水安全方面,贡献了巨大的力量。但随着时间的推移,受内外部等多种因素的影响,灌区工程在运行期间,产生了一系列问题,如灌区水利用系数下降、水利基础设施薄弱、用水效率较低以及供水保障能力不足等,给区域经济的发展造成了不良影响。因此改造灌区工程,提高渠道系统的输配水能力,是各地亟需解决的问题。

一、项目概况

本灌区工程设计灌溉面积1.54万亩,现状灌溉面积1.18万亩、水库总容积 $877.6 \times 104\text{m}^3$,是一座小型水库,主要功能为灌溉,辅助功能为防洪以及养殖等。现状灌区共有11条渠道,其中干渠有3条,剩余为支渠,具体内容详见表1。

表1 灌区渠道系统基本概况

序号	灌区渠道	长度/km	宽度/m
1	总干渠	3.06	3-3.5
2	东干渠	12.90	1.0-2.5
3	西干渠	10.75	1.5-3.2

在乡村振兴战略深入推进的背景下,现状灌区渠道系统的运行能力,已经无法满足当地农业、农村经济发展的需求,因此要结合灌区工程的实际情况,科学制定灌区工程的改造方案,最大程度上提高输配水系统的运行能力,为区域的经济的长效健康发展,注入源源不断的动力^[1]。

二、灌区渠道系统输配水工程建设内容

本灌区渠道系统输配水工程建设的主要内容,涉及

到以下几方面:

① 溉渠道的设计流量以及级别,如表2所示。

表2 灌区工程干渠设计流量与级别表

序号	渠道	桩号	设计流量	级别
1	总干渠	0+000-3+060	$1.61\text{m}^3/\text{s}$	5
2	西干渠	0+000-10+750	$0.92\text{m}^3/\text{s}$	5
3	东干渠	0+000-12+900	$0.69\text{m}^3/\text{s}$	5

② 渠道工程主要涉及到清淤整治、渠道衬砌以及输水管三个重点建设内容,其中三者的建设长度分别为18.603km、6.863km、2.1km。新建管道的施工区域为高峰泵站。

③ 为有效提高灌区渠道系统的输配水能力,还需要实施排水项目,现行的施工方案主要以整治为主,通过对灌区渠首闸下排水渠的综合整治,提高排水能力,具体的整治方法为,建设混凝土挡墙^[2]。

④ 完善渠系基础建筑设施。本项目对渠道系统中27座建筑物进行加固和改建施工,其中包括渡槽、泄洪闸、分水闸、高峰泵站以及分水涵等。

⑤ 健全用水量测配套设施。本项目建设35处用水量测配套设施,分布在各个干渠处,同时还设置了安全防护设施及管理设施等。在建设管理设施的过程,安全防护栏的高度和长度分别设定在1.2m以上以及1.2km。另外增设宣传牌以及里程碑等设施。

⑥ 在信息化时代,信息技术、大数据技术、监控设备等先进技术手段的发展,为灌区渠道输配水系统管理工作,提供了新的方向和路径。因此本项目决定利用现代化技术手段,建设监控中心自己信息化自动软件等,

用于灌区水量的监测和调度，以便于及时发现系统在运行期间的故障问题，实现远程监测和遥控的目的。

三、灌区渠道系统输配水能力设计要点

1. 现状渠道过流能力

在干流与支流的修复工程中，需要对现状渠道的实际过流能力展开检验，获得准确的数据后，再制定科学合理的施工方案，通过对现状渠道纵坡的准确计算可知，已衬砌段与未处理段的分别为0.017以及0.03，因此本灌区工程的现有过流能力满足规范要求，能够为渠道输配水系统的稳定运行，提供一定的保障^[3]。

2. 优化渠道断面设计

渠道断面设计是本工程的重点内容，在实际设计过程中，可从以下几方面入手：

①科学设定渠道流速。渠道的流速与输配水系统的运行能力有着紧密的联系，一旦流速不合理，引发冲刷或者淤积等不良现象，就会影响到水源输送和分配的效率。因此在设计渠道流速的过程中，要注重两方面内容，一方面是渠道流速应 $>$ 淤积流速，另一方面渠道流速应 $>$ 不冲流速。想要设计出不冲和不淤积的流速，在设计土渠段与混凝土浆砌块石衬砌渠道时，需要注意的是，前者的不冲值和不淤积值分别为1.0m/s、0.3m/s，因此流速的最大值要 $<$ 1.0m/s，最小值要 $>$ 0.3m/s；后者的不冲刷值与不淤积值分别为4.0m/s、0.3m/s，因此流速最大值要 $<$ 4.0m/s，最小值要 $>$ 0.3m/s。

②合理调整渠道底坡。在设计渠道边坡的过程中，施工人员要对渠道工程展开全方位的勘察，了解到地质条件后，再根据现状边坡存在的问题，制定改造措施。在勘察本渠道工程的过程中，发现很多现状边坡存在较陡的问题，具体坡比为1: 0.3-1: 0.5。在调整渠道底坡的过程中，需要对垂直偏坡进行准确的计算，获得坡比后，在不影响建筑物的情况下，采取降坡措施，实现对渠道底坡的有效调整和改造^[4]。

③在设计渠道断面的过程中，要联系渠道的现实情况，基于地形、地质等条件，在确保渠道稳定性、可靠

性以及安全性的前提下，将渠道断面的占地面积控制在最小范围内，以此为衬砌防渗与清淤管理工作的顺利开展，创造有利条件。

④为更好的管理渠道输配水系统，在设计渠顶的过程中，要将重点放在宽度上，以干渠为例，渠顶宽度就要设定为2.5m，同时还要采用硬化措施对局部段进行科学有效的处理。

3. 加强渠道防渗设计

在灌区渠道系统的防渗设计中，需要根据《渠道防渗衬砌工程技术标准（GB/T50600-2020）》中的相关技术标准，科学设计渠道防渗方案，将“因地制宜、就地取材”的工作理念，全面贯彻落实都各个施工环节中。优先选择成本合理、经久耐用的施工方案。本灌区工程在渠道的防渗施工中，共提出了四种方案，一是现浇混凝土板衬砌防渗；二是以土工膜为原材料的埋铺式防渗；三是浆砌块石衬砌防渗；四是生态护坡。这四种防渗方案的技术要求，如表3所示^[5]。

通过对表3的观察和分析可知，不同的施工方案优势特征以及操作方法，存在一定的差异性，这就需要各种方案进行综合对比分析，从中挑选出最适用本工程的施工方案。

其一，现浇砼板衬砌防渗方案，这种技术的衬砌厚度要控制在12cm左右，优点较多施工成本较低，单价为113.43元/m²，但也存在一定缺陷和不足，即对施工人员专业能力的要求较高，一旦操作不当就会影响到施工质量。

其二，浆砌块石衬砌防渗方案，该技术的衬砌厚度要控制在25cm左右，在施工过程中需要注意的是，工程量较大，并且对劳动力资源的需求较多，整体施工成本较高，单价162.50元/m²。

其三，埋铺式膜料防渗方案。这种技术的防渗效果最佳，但本灌区工程部分渠道地质条件十分差，这类渠道一旦遇到水，边坡就可能会出现坍塌的现象，因此在操作该技术时，需要利用混凝土预制板或者浆砌石，对

表3 灌区渠道防渗方案技术要求表

序号	渠道防渗方案	最大渗透量 / (m ³ /m ² .d)	运行年限	适宜厚度 /cm	优势特征
1	现浇砼板	0.04-0.14	35-40	6-15	防渗效果强、适应能力强 耐久性强、防冲刷能力强
2	浆砌块石衬砌	0.09-0.25	25-40	20-30	施工简单、抗冻能力强、抗冲刷能力强
3	土工膜防渗	0.04-0.8	20-30	20-30	重量较轻、施工成本低、允许流速小
4	生态护坡	0.09-0.25	25-40	10-18	耐久性能强、抗冲刷能力强

土工膜进行保护处理,整体操作难度较大,并且成本较高,单价145.36元/m²。

其四,生态护坡防渗方案。该技术的施工难度较大,对技术水平要求较为严格,并且造价成本昂贵,单价260元/m²。

通过对上述四种渠道防渗施工方案的综合分析可知,从防渗效果、使用年限以及施工成本的角度,现浇砼板的防渗施工方案要更具优越性。在应用该方案施工过程中,需要注意的是,在本灌区工程的加固设计中,主要的施工方法为利用C25级的现浇混凝土进行护坡、护底,浇筑厚度要控制在150mm左右,针对地质条件优越的施工段,要利用C25混凝土进行护坡和护底,但浇筑厚度要控制在200mm^[6]。

4. 科学设计渠道水力

在灌区渠道过水能力的优化设计中,需要对明渠均匀流量进行准确的计算,在此基础上,综合设计改良方案,在计算明确均匀流量的过程中,可利用公式(1):

$$Q = \omega C \sqrt{Ri} \quad (1)$$

在公式(1)中Q代表的是明确的均匀流量(m³/s); ω 代表是渠道过水断面面积(m²);C代表的是谢才系数;R代表的是水力半径;i与n分别达标的是渠道的纵坡与糙率。根据公式(1)获得相应的数值后,可对现有的施工方案进行优化和改良,提高方案的可行性,减少施工误差^[7]。

5. 设计渠道衬砌超高

在设计渠道的衬砌超高时,应按照《灌溉与排水工程设计标准》中技术要求,科学设定渠道的衬砌高度值,本工程决定将高度值的范围固定在0.3~0.8m以内。通过对渠道断面的观察和分析可知,各个干渠以及支渠的过流能力符合规范要求,但局部断面还存在一定的问题,如宽窄不一、过流能力较低等。对此,为有效提高渠道的流畅性,要对局部渠顶高层进行整治,解决粗糙以及

过流能力不足等问题。在整治的过程中,要将混凝土强度等级设定为C25、渠道等级设定为5级,并且设计使用年限在30年以上,通过行之有效的施工手段,为灌区流量为0.1m³/s以上灌区渠道工程的安全稳定运行夯实基础,充分发挥出工程的作用和价值,为农业经济和农村经济的可持续发展提供助力^[8]。

综上所述,灌区渠道系统在运行的过程中,很多因素都会影响到渠道的过水能力,给区域的输配水造成负面影响。因此要结合渠道系统的实际情况,统筹设计施工方案,对于干渠和支渠进行改建,提高渠道系统的输配水能力,助推区域经济的高质量、高效率发展成为现实。

参考文献

- [1] 吴彩丽,白美健,张宝忠,等.灌区渠道系统输配水能力可行域研究[J].水利与建筑工程学报,2023,21(03):51-57.
- [2] 高凯茹.基于遗传算法的富裕灌区渠系输配水优化研究[D].东北农业大学,2020.
- [3] 樊煜,高占义,陈皓锐,等.基于NSGA-II算法的灌区配水渠道轮灌分组优化调控研究[J].灌溉排水学报,2023,42(02):130-135.
- [4] 牛晓宇.水田灌区渠道优化输配水试验研究与数值模拟[D].太原理工大学,2020.
- [5] 沈来银,胡铁松,周姗,等.基于SHAW模型的河套灌区秋浇渠系优化配水模型研究[J].水利学报,2020,51(04):458-467.
- [6] 邱婷.引黄济青工程输水效率确定与输配水方案优化分析[D].山东大学,2021.
- [7] 高佳鸣.引黄入冀补淀工程输配水合理调度研究[D].河北农业大学,2020.
- [8] 毛远辉,刘江,张鲁鲁.新疆干旱区“坎儿井”式输配水系统模式研究[J].陕西水利,2023,(10):96-98.