

汉中地区小型农田水利工程现浇砼矩形渠道与预制砼U型渠道适用性分析

蒲正中

汉中水利水电建筑勘测设计院有限公司 陕西 汉中 723000

摘要: 本文以汉中地区小型农田水利工程为研究对象,系统分析现浇砼矩形渠道与预制砼U型渠道的适用性,并提出地形导向、技术提升、管理优化的综合措施,为秦巴山区小型水利工程提供参考。

关键词: 汉中地区; 小型农田水利工程; 现浇砼矩形渠道; 预制砼U型渠道; 适用性分析; 维护管理

引言

在汉中地区,现浇砼矩形渠道与预制砼U型渠道是常见的两种渠道形式。现浇砼矩形渠道具有施工灵活、适应复杂地形的优势,而预制砼U型渠道则因标准化生产、施工便捷而广受青睐。然而,由于地形条件、工程造价、施工周期及维护管理的不同,二者在实际应用中表现出不同的适用性。本文通过对比分析现浇砼矩形渠道与预制砼U型渠道的特点、优缺点以及适用条件,为汉中地区小型农田水利工程建设提供科学依据。

1 汉中地区小型农田水利工程现状

1.1 地理与气候特征

汉中地区位于秦巴山区过渡带,属典型的山间盆地地貌,境内海拔落差达2900米,形成了“七山二水一分田”的地理特征。该地区属亚热带湿润气候,年均降水量约900~1200mm,但降水时空分布不均,春旱、伏旱频发。地形复杂,丘陵与山地交错,河网密布,农业灌溉长期依赖水库、塘坝和自流引水系统。

作为陕西省重要粮食产区,汉中地区受限于地形破碎、土壤渗透性强(黄棕壤渗透系数 $1.5 \times 10^{-4} \text{cm/s}$)等因素,传统土渠输水损失率高达35%~40%,严重影响水资源利用效率。同时,由于季风气候的影响,降水多集中于6~9月,占全年降水量60%以上,季节性干旱明显,对农田水利工程的蓄水与输水能力提出更高要求。

1.2 农田水利工程类型

汉中地区小型农田水利工程包括渠道衬砌、田间灌排系统及引水蓄水设施。渠道衬砌用于引水和输水;田间灌排包括斗渠、毛渠和排水沟;引水蓄水设施有小型水库、山坪塘和塘坝。

为改善灌溉条件,2015~2024年汉中市累计投入12.6亿元用于小型农田水利改造,渠道衬砌率从32%提升到

65%,其中现浇砼矩形与预制砼U型渠道分别占衬砌工程比例的15%和30%,其余为现浇梯形及浆砌石渠道,已成为该地区节水增效的核心技术方案^[1]。

1.3 渠道衬砌的重要性

由于汉中地区土壤渗漏较大,传统的土渠输水损失严重,渠道衬砌成为提高水资源利用效率的重要措施。现浇砼矩形渠道与预制砼U型渠道作为两种常见的衬砌形式,在小型渠道衬砌工程应用中各有优劣,需要根据具体地形条件与灌溉需求进行合理选择。根据实测数据,采用衬砌渠道后,输水损失可降低至5%~8%,灌溉水利利用系数从0.45提高到0.63以上,节水效果显著。此外,衬砌渠道还能有效防止渠道冲刷和坍塌,提高输水稳定性,延长工程使用寿命。

2 现浇砼矩形渠道与预制砼U型渠道概述

2.1 现浇砼矩形渠道

现浇砼矩形渠道采用现场模板支护、钢筋绑扎、混凝土浇筑与振捣成型的方式进行施工。其优点包括适应复杂地形、施工灵活性强、尺寸可根据灌溉需求进行调整、整体性好、结构稳定、抗渗性能优良等。然而,现浇砼矩形渠道也存在施工周期较长、受施工现场环境和技术水平影响大等缺点。从施工工艺来看,现浇砼渠道对施工人员的技术水平和现场管理能力要求较高。

2.2 预制砼U型渠道

预制砼U型渠道采用工厂化生产,在现场进行吊装、拼接、接口处理,施工速度快。其优点包括施工速度快、质量标准化、水流条件好、抗淤能力强等。然而,预制砼U型渠道也存在适应性较差、运输与安装成本较高、纵坡较大时易发生滑移、接缝施工技术要求较高等缺点。现场安装时,需严格控制接缝处理质量,这是影响渠道防渗性能的关键环节。根据工程实践,接缝处理不当是导致预制U型渠道渗漏的主要原因^[2]。

3 适用性分析

本文以汉中地区典型的小型渠道为例,分别从四个方面对预制砼U型渠道、现浇砼矩形渠道进行适用性分析。典型渠道规格、断面尺寸选择时,首选应保证基本水力要素一致,如比降、糙率、流量等,其次,渠道超高要基本一致。

根据该原则,U型渠道选择底部圆弧半径为0.3m的UD30渠道,该型渠道在汉中地区小型农田水利工程中较为常见,占比较高,其渠道净高为0.4m,安全超高按0.1m考虑,即设计最大水深为0.3m,在渠底比降为1/1000时,渠道设计流量为 $0.04\text{m}^3/\text{s}$ 。渠道壁厚参考汉中地区已成工程及生产厂家提供的数据,确定为4cm。

经拟合计算,当现浇砼矩形渠道净空尺寸为 $0.35\text{m}\times 0.35\text{m}$ (宽 \times 高)、水深为0.26m、比降为1/1000时,设计流量为 $0.04\text{m}^3/\text{s}$,与UD30渠道一致,超高0.09m与UD30渠道基本一致,说明选择的矩形渠道断面较合

理,可作为比较依据。渠道壁厚参照类似已成工程,一般为15cm,渠底12cm^[3]。

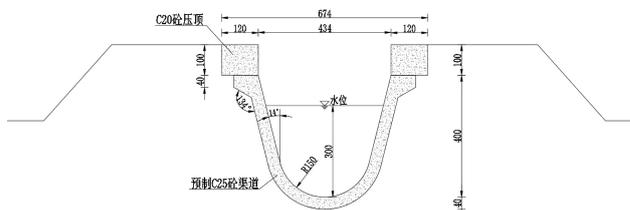


图1 预制UD30渠道典型断面图

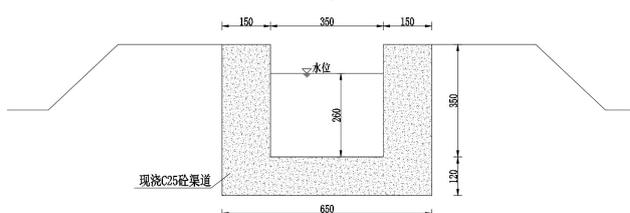


图2 现浇矩形渠道典型断面图

渠道断面尺寸及水力要素见表1。

表1 渠道断面尺寸及水力要素见表

渠道类型	U型渠半径D (m)	渠净高H (m)	渠顶宽B (m)	比降i	水深h (m)	糙率n	流量Q (m ³ /s)
UD30渠道	0.3	0.4	0.43	1/1000	0.3	0.016	0.04
砼矩形		0.35	0.35	1/1000	0.26	0.016	0.04

3.1 经济性对比

为更好的对渠道经济性进行对比,本次将两类渠道

典型断面100m主要工程量按照当前(2025年2季度)市场信息价进行估算,详见表2。

表2 两类渠道典型断面100m主要工程量概算表

序号	项目名称	计量单位	工程数量	工程单价(元)	合计(万元)
1	D30U型渠	m	100	80.98	0.81
1.1	C25砼D30U型渠(预制、运输、安装)	m ³	4.71	1249.61	0.59
1.2	C20压顶	m ³	2.4	734.47	0.18
1.3	模板	m ²	8	50.49	0.04
1.4	水泥砂浆板缝	m ³	0.094	483.58	0.00
2	矩形渠	m	100	143.25	1.43
2.1	C25砼现浇渠道	m ³	18.3	659.93	1.21
2.2	模板	m ²	39.8	50.49	0.2
2.3	沥青砂浆伸缩缝	m ²	1.83	130.42	0.02

注:本表只体现主要工程量,不包含渠槽土方开挖回填等量

从上表可以看出,预制UD30型渠单米造价约为81元,现浇砼矩形渠道单米造价约为143元。依据当前汉中地区市场行情,砂石原料费、人工费相对较高,现浇砼矩形渠道现场施工工期长,劳动力投入较大,从而导致现浇砼矩形渠道造价较高;而预制砼U型渠道的工厂化生产降低了单体造价,但运输与安装成本较高。

在工期方面,预制砼U型渠道施工速度快,适合大面积推广;而现浇砼矩形渠道施工周期长,适合小面积、地形复杂的区域。以100m渠道为例,预制U型渠道的施

工周期可比现浇矩形渠道缩短30%-40%。

3.2 施工难度与质量控制

现浇砼矩形渠道受天气、施工人员技术水平影响较大,需加强质量管理;而预制砼U型渠道因工厂化生产,质量稳定,但接口处防渗处理要求较高。现浇渠道施工中,混凝土配合比、浇筑温度、振捣工艺等都会影响最终质量,需要全程监控。预制U型渠构件虽然在工厂生产质量有保证,但现场拼接时接缝处理难度大,需要专业施工队伍。根据质量抽查数据,现浇渠道的一次验收合

格率为85%-90%，而预制渠道为92%-95%，但预制渠道运行3年后的渗漏率明显高于现浇渠道。

3.3 维护管理与使用寿命

现浇砼矩形渠道因整体性好，渗漏和结构损坏较少，日常维护工作相对简单；而预制砼U型渠道因接口处存在拼接缝隙，防渗层较薄，一旦接口砂浆脱落或出现裂缝，渗漏风险增加，后期维护难度大。通过工程实例调查发现，预制U型渠道在实际使用中容易出现渗漏情况，导致水流冲刷渠基，形成底部塌陷。统计数据显示，在相同使用条件下，现浇渠道的平均使用寿命可达15-20年，而预制渠道仅为10-15年，一般6-8年左右即出现渗漏现象。

3.4 地形与水力条件适应性

现浇砼矩形渠道适用于坡度较大的复杂地形，可根据实际情况灵活调整断面形式；而预制砼U型渠道适合地形较平坦、纵坡较缓的区域。在汉中地区，坡度大于5%的山区，现浇渠道的适应性明显优于预制渠道；而在坡度小于3%的平坝地区，两种渠道均可适用，但预制渠道的施工效率更高。水力计算表明，在相同过水断面条件下，U型渠道的水力半径较大，输水能力比矩形渠道高10%-15%，淤积量也较小，这在输水量大的工程中是一个重要优势^[4]。

4 适用性评价与建议

4.1 综合适用性评价

结合汉中地区的地形特征、灌溉需求及工程造价，对现浇砼矩形渠道与预制砼U型渠道的适用性进行综合评价：在复杂地形条件下，现浇砼矩形渠道更具优势；在工期紧张的情况下，预制砼U型渠道更适合大规模施工；在维护管理方面，预制砼U型渠道防渗要求高，后期维护成本较高。

4.2 适用性优化建议

为了优化渠道选择和提高工程质量，本文提出以下建议：①结合地形条件优化选择渠道类型，在坡度较大

的区域采用现浇矩形渠道，在平缓区域推广预制U型渠道；②加强接口防渗处理，对于预制U型渠道，重点加强接缝处的防渗措施，可采用或研发新型接缝材料和工艺，提高预制渠道的防渗性能，避免长期运行过程中产生渗漏；③推广现浇与预制组合应用，针对地形复杂、工期紧张的区域，可采用现浇与预制组合应用，提升施工效率与质量；④建立长效管护机制，加强农渠、毛渠的管理责任落实，确保渠道出现渗漏时能够及时维修，延长渠道使用寿命^[5]。

5 结论

通过分析比较发现：现浇矩形渠道更适合地形复杂、坡度较大的区域，而预制U型渠道在平缓地形、工期要求紧张的区域具有更大优势。然而，由于维护管理机制和资金保障不足，预制U型渠道的实际使用寿命远低于理论寿命。因此，建议在不同地形区域合理选择渠道类型，注重新工艺、新材料的研究和使用，并通过建立长效维护机制，提高渠道运行的稳定性与耐久性。

参考文献

- [1]《灌溉与排水工程设计标准》[S]李现社、刘斌、张利民、焦小琦、许晓会；GB50288-2018.水利部水利水电规划设计总院；陕西省水利电力勘测设计研究院；2018；
- [2]《渠道防渗衬砌工程技术标准》[S]张绍强；杜秀文；张爱军；张滨；杨海宁；GBT 50600-2020.中华人民共和国住房和城乡建设部；国家市场监督管理总局；2020；
- [3]《水力计算手册（第二版）》[M].武汉大学水利水电学院水力学流体力学教研室李炜；中国水利水电出版社.2022:98-120
- [4]《汉中市农业灌溉设施存在的问题与对策》[J]小戴锦萍,陕西水利,2014(01):159-161.
- [5]《浅谈农田灌溉渠道防渗衬砌技术控制—以汉中市涇惠渠灌区为例》[J].朱鑫,中文科技期刊数据库(全文版)工程技术,2022(12):74-77.