

# 高标准农田水利中的管道工程设计

施丽丽

甘肃天泽项目管理有限公司, 甘肃 武威 730000

[摘要] 管道工程设计不仅关系到农田灌溉与排水的效率, 也关系到工程投资与维护成本。文中通过分析高标准农田水利中的管道工程, 阐述了管道工程设计的原则、管道区段确定、管道规格选择、管道物料选择等结构设计要点, 并详细探讨了正常运行条件和特殊情况下的水力计算方法, 以及预防水锤问题的计算和对策。

[关键词] 高标准农田; 农田水利; 管道工程

DOI: 10.33142/hst.v7i3.11701

中图分类号: S275.6

文献标识码: A

## Pipeline Engineering Design in High Standard Farmland Water Conservancy

SHI Lili

Gansu Tianze Project Management Co., Ltd., Wuwei, Gansu, 730000, China

**Abstract:** Pipeline engineering design is not only related to the efficiency of irrigation and drainage in farmland, but also to the investment and maintenance costs of the project. The article analyzes the pipeline engineering in high standard farmland water conservancy, elaborates on the principles of pipeline engineering design, determination of pipeline sections, selection of pipeline specifications, selection of pipeline materials, and other structural design points, which also discusses in detail the hydraulic calculation methods under normal operating conditions and special circumstances, as well as the calculation and countermeasures for preventing water hammer problems.

**Keywords:** high standard farmland; farmland water conservancy; pipeline engineering

### 引言

随着我国农业现代化的不断推进, 高标准农田建设正在快速发展。高标准农田的核心标志之一就是完善的水利设施, 而其中的管道系统对于实现高效节水灌溉、排水具有重要作用。本文拟通过分析高标准农田水利建设中的管道工程设计要点, 为管道系统的规划设计提供参考。

### 1 管道工程设计的原则

#### 1.1 经济合理性原则

经济合理性原则在农田水利管道工程设计中占据着举足轻重的地位。这一原则要求在设计过程中, 不仅要确保管道系统的功能性和安全性, 更要注重其经济效益<sup>[1]</sup>。换句话说, 需要在满足农田灌溉需求的前提下, 尽可能降低工程投资、减少运行成本, 并追求长期效益的最大化。

经济合理性原则要求在设计之初就进行详细的成本效益分析, 包括对不同设计方案的投资成本、运行维护费用以及使用寿命进行综合评估。在管道设计过程中, 应优先选择环保、可持续的材料和工艺, 减少资源浪费。同时, 通过合理设计管道走向、优化管径选择等方式, 减少不必要的土方开挖和材料消耗, 降低工程对环境的影响<sup>[2]</sup>。通过选择高质量的材料和合理的结构设计, 确保管道系统能够长期稳定运行, 减少因频繁维修和更换而带来的额外成本。

#### 1.2 设备状态预测

在农田水利管道工程设计中, 科学性和先进性原则是

确保工程质量和效益的重要保障。这两个原则强调在设计过程中, 必须遵循科学规律, 采用先进的技术手段和理念, 以推动农田水利工程的持续创新和发展。

科学性原则要求在设计过程中坚持实事求是的态度, 尊重自然规律和技术规律<sup>[3]</sup>。这意味着要充分了解农田水利工程的特点和需求, 深入研究和分析土壤、水源、气候等自然条件, 以及灌溉、排水等工程技术要求。在此基础上, 运用科学的方法和技术手段, 进行合理的设计计算和方案选择, 确保管道工程的设计符合实际情况, 具有可行性和可靠性。

#### 1.3 生产过程优化

在农田水利管道工程设计中, 安全可靠原则是最为核心和基础的原则之一。它要求在设计过程中, 始终将安全放在首位, 确保管道系统的稳定运行和长期使用, 以保障农田灌溉和排水的安全可靠性。

安全可靠原则强调对管道材料的选择和质量控制。在选择管道材料时, 应优先考虑其强度、耐腐蚀性、耐久性等性能, 选择符合国家标准和行业规范的高质量材料<sup>[4]</sup>。同时, 还应对材料进行严格的质量控制和检验, 确保其符合设计要求和标准, 避免因材料质量问题导致的安全事故。此外在设计过程中充分考虑管道系统的安全性和稳定性<sup>[5]</sup>。这包括对管道走向、管径选择、支撑结构等方面进行合理的规划和设计, 以确保管道系统能够承受正常运

行过程中的各种压力和应力,避免因设计不当导致的变形、破裂等安全问题。

## 2 管道工程的结构设计

### 2.1 管道区段的确定

在农田水利的管道工程设计中,管道区段的确定是一个至关重要的环节。这不仅关系到整个管道系统的布局和走向,还直接影响到工程的投资、施工难度以及后期的维护管理。因此,在确定管道区段时,必须充分考虑多方面的因素,确保设计方案的合理性和可行性。

首先,要对农田的水利需求进行深入的调研和分析,包括农田的灌溉需求、排水需求以及水源的分布情况等。通过收集相关的数据和资料,可以对农田的水利需求进行全面的了解,为管道区段的确定提供有力的依据。

其次,要考虑地形地貌的影响。农田的地形地貌对管道的设计和施工有着直接的影响。例如,在山区或丘陵地区,管道的设计需要考虑地形的高差和坡度,以确保水流的顺畅和管道的安全。而在平原地区,则需要考虑地形的平坦度和排水条件,以避免因地势低洼而导致的排水不畅问题。环境因素也是确定管道区段时需要考虑的重要因素,包括土壤的性质、气候条件、环境保护要求等。例如,在土壤疏松或沙土较多的地区,需要选择适当的管道材料和埋设深度,以防止因土壤侵蚀而导致的管道损坏。同时,在气候条件恶劣的地区,还需要考虑管道的保温和防冻措施<sup>[6]</sup>。

最后,在确定管道区段时,需要综合考虑各种技术经济因素,选择最优的设计方案,以确保工程的经济效益和社会效。技术经济因素是确定管道区段时不可忽视的方面,包括管道的施工难度、投资成本、运行维护费用等。

### 2.2 管道规格的选择

在农田水利的管道工程设计中,选择合适的管道规格是确保整个系统高效、稳定运行的关键环节。管道规格的选择不仅影响到水的输送能力,还直接关系到工程的投资、施工周期以及后期的维护成本。因此,在进行管道规格选择时,必须综合考虑多种因素,确保所选规格既满足实际需求,又符合经济合理的原则。

首先,要根据农田的灌溉需求来确定管道的设计流量对农田的灌溉制度、作物种类、生长周期等进行深入研究,以确定每个灌溉季节的需水量。通过计算,可以得出管道系统的设计流量,从而为选择合适的管道规格提供依据。

其次,要考虑管道的工作压力和温度。因为农田水利管道在运行过程中会承受一定的压力和温度变化,这对管道材料的选择和规格的确定提出了要求。一般来说,工作压力越高、温度变化越大,所需的管道规格也就越大。所以在选择管道规格时,必须充分考虑工作压力和温度的影响,以确保管道的安全性和耐久性。土壤条件和地形地貌也是选择管道规格时需要考虑的因素。例如,在土壤疏松或沙土较多的地区,需要选择管壁较厚、抗压能力较强的

管道规格,以防止因土壤侵蚀而导致的管道损坏。而在地形起伏较大的地区,则需要选择能够承受较大弯曲应力的管道规格,以确保管道系统的稳定性和可靠性。

最后,在满足工程需求的前提下,应尽量选择成本较低、易于施工的管道规格,以降低工程投资和维护成本。同时,还要考虑管道的使用寿命和维护成本,选择性价比最优的管道规格。

### 2.3 管道物料的选择

在农田水利的管道工程设计中,管道物料的选择至关重要。合适的物料不仅能确保管道的长期稳定运行,还能有效降低工程成本和后期维护费用。因此,在选择管道物料时,需要综合考虑多种因素,包括物料的性能、工程需求、环境因素以及经济成本等。

农田水利管道往往处于复杂多变的环境中,如土壤中的化学物质、气候条件等,都可能对管道物料产生腐蚀或侵蚀作用。因此,选择耐久性强、耐腐蚀性能好的物料,如 HDPE(高密度聚乙烯)管道、钢管等,能够有效延长管道的使用寿命,减少更换和维修的频率<sup>[7]</sup>。

不同的物料具有不同的安装和维护要求。例如,柔性管道如 PVC(聚氯乙烯)管、橡胶管等,具有较好的柔韧性和弯曲性能,安装时无需特殊工具和设备,可以大大节省安装成本和时间。易于维护的物料也能降低后期维护的难度和费用。

环境因素也是选择管道物料时需要考虑的重要因素。例如,在寒冷地区,需要选择具有较好抗冻性能的物料,以防止管道因低温而破裂或变形。在易受紫外线照射的地区,需要选择具有较好抗紫外线性能的物料,以防止管道老化。不同物料的成本差异较大,包括材料成本、加工成本、运输成本等。在选择物料时,需要综合考虑各种成本因素,选择性价比最优的物料,以确保工程的经济性。

## 3 管道系统的水力计算

### 3.1 正常运行条件下的水力计算

在农田水利管道工程设计中,正常运行条件下的水力计算是确保管道系统安全、高效运行的关键环节。水力计算的主要目的是确定管道在正常工作状态下的水流参数,如流量、流速、压力等,从而指导管道的设计、选材和安装。

首先,水力计算需要基于农田的灌溉需求和灌溉制度来确定管道的设计流量。设计流量是管道系统正常运行时的最大流量,它决定了管道的尺寸和规格。通过收集农田灌溉的历史数据、作物需水量以及灌溉方式等信息,可以计算出设计流量,为后续的管道设计提供依据。

其次,水流在管道中流动时,由于摩擦、弯道、阀门等因素的作用,会产生一定的压力损失。为了保证水流能够顺利到达农田,必须对压力损失进行计算,并合理布置管道系统,以减少不必要的压力损失。流速过大可能导致管道冲刷、磨损等问题,而流速过小则可能影响灌溉效果。

因此,在选择流速时,需要综合考虑管道材料、管径、灌溉方式等因素,确保流速在合理范围内。

在农田灌溉中,往往需要同时向多个区域供水。为了保证每个区域都能获得足够的水量,需要对管道系统进行水力平衡计算,合理分配各区域的流量和压力。水力计算的结果需要与其他设计参数相结合,如管道的结构设计、物料选择等,以确保整个管道系统的协调性和稳定性。同时,水力计算还需要考虑工程的经济性和可行性,以确保设计方案在满足灌溉需求的同时,也符合经济合理的原则。

### 3.2 特殊情况下的水力计算

在农田水利管道工程设计中,除了正常运行条件下的水力计算外,还需要考虑特殊情况下的水力计算。这些特殊情况可能包括突发事件、异常气候条件、设备故障等,它们都可能对管道系统的水力特性产生影响。因此,进行特殊情况下的水力计算,对于确保管道系统的安全性和稳定性至关重要。

突发事件是特殊情况下的一个重要考虑因素之一。例如,地震、洪水等自然灾害可能导致管道系统受到破坏,从而影响其水力特性。在这种情况下,需要进行紧急情况下的水力计算,评估管道系统的受损程度,并制定相应的应急措施,如临时修复、改道等,以尽快恢复供水。异常气候条件也可能对管道系统的水力特性产生影响。例如,极端高温可能导致管道材料热膨胀,进而影响流速和压力;而极端低温则可能导致管道结冰,造成水流中断。因此,在进行水力计算时,需要充分考虑异常气候条件的影响,并采取相应的措施,如加装保温层、调整流速等,以适应不同气候条件下的运行需求。

设备故障也是特殊情况下的常见问题。例如,泵站、阀门等设备可能出现故障,导致水流不畅或压力不足。在这种情况下,需要进行设备故障情况下的水力计算,分析故障对管道系统的影响程度,并制定相应的维修和替换计划,以确保管道系统的正常运行。

### 3.3 水锤问题的计算与对策

在农田水利管道工程设计中,水锤问题是一个需要特别关注的现象。由于压力水流的压力波动,会在管道系统中产生破坏性的水锤力,对管壁造成破坏,甚至引发严重的安全事故。因此,对于水锤问题的计算与对策的研究,对于确保管道系统的安全运行具有重要意义。

水锤问题的计算主要涉及到压力水流的压力波动和水锤力的计算。在计算过程中,需要充分考虑管道系统的结构、材料、工作压力、流速等因素。通过建立数学模型,

利用流体力学的基本原理,可以计算出水锤力的大小和发生频率,为后续的对策制定提供依据。针对水锤问题,可以采取多种对策来减轻其对管道系统的影响。首先,可以通过合理的设计和优化管道系统的结构,减少压力波动的产生。例如,增加管道的弯头、渐缩管等元件的过渡段长度,以降低流速和压力的变化率。其次,可以选用具有较好抗冲击性能的管道材料,提高管道的耐受能力。例如,采用铸铁、钢管等高强度材料来替代传统的塑料管道。还可以通过安装减压装置、缓冲装置等措施来降低水锤力的大小。减压装置可以有效地降低管道中的压力波动,从而减轻水锤力对管壁的破坏作用。而缓冲装置则可以吸收部分水锤力,减少其对管道系统的冲击。

定期的检查和维护也是预防水锤问题的重要措施。通过定期检查管道系统的运行状态,及时发现并处理潜在的安全隐患,可以有效地预防水锤问题的发生。同时,加强管道的维护和管理,确保管道系统的正常运行,也可以降低水锤问题对管道系统的影响。

## 4 结束语

高标准农田水利管道的设计是一个系统工程,需要考虑多方面因素并遵循科学合理的原则,才能确保工程质量和使用效果。管道工程设计不仅关系到农田灌溉与排水的效率,也关系到工程投资与维护成本。希望本文能够为高标准农田水利建设提供一定参考价值。

### [参考文献]

- [1] 吕红霞. 农田水利管道施工技术探讨[J]. 大众标准化, 2023(2): 150-152.
  - [2] 贾鹏伟. 低压管道灌溉在小型农田水利工程中的应用探析[J]. 农业科技与信息, 2022(15): 91-94.
  - [3] 李东平. 大口径给水用抗冲改性 PVC-M 管在农田水利灌溉中的应用[J]. 水利科技与经济, 2022, 28(6): 63-68.
  - [4] 段云鹤. 浅谈小型农田水利工程低压管道灌溉技术[J]. 四川水泥, 2022(4): 71-72.
  - [5] 柳千红. 农田水利灌溉现状及节水措施应用[J]. 现代农业科技, 2021(20): 137-138.
  - [6] 宋静, 柴伟伟, 张政凯. 高标准农田水利工程初步设计评审探讨[J]. 治淮, 2016(8): 2.
  - [7] 胡建平. 高标准农田水利工程低压管道典型设计[J]. 河南水利与南水北调, 2021, 50(8): 2.
- 作者简介: 施丽丽(1990.9—), 女, 甘肃省武威市凉州区人, 就职于甘肃天泽项目管理有限公司, 主管项目管理工作, 长期从事项目工程咨询、工程设计等工作。