

农村供水工程水源泵站及输水管道设计分析

宋刚¹ 卜江杰²

1. 新疆兵团勘测设计院集团股份有限公司 新疆 乌鲁木齐 830002

2. 和田地区水利局 新疆 和田 848000

摘要: 农村供水工程是保障农村居民饮水安全的重要基础设施。本文深入分析了农村供水工程水源泵站及输水管道的设计要点,包括泵站设备选择、布局设计、管材选用与连接方式、管道布置与走向、水力计算等关键环节。通过综合考量地形地貌、地质条件、水文气象、供水需求等多种因素,提出科学合理的设计方案。本研究旨在为农村供水工程的设计与实践提供理论指导和技术支持,促进农村供水事业的可持续发展,保障农村居民的饮水安全与健康。

关键词: 农村供水工程; 水源泵站; 输水管道设计

1 农村供水工程的发展历程

我国农村供水事业经历了从无到有、从有到优的显著变迁,这一过程不仅见证了我国综合实力的提升,早期,由于历史条件和经济发展水平的限制,广大农村地区普遍面临着饮水困难的问题。许多村庄依靠自然水源,如河流、池塘甚至雨水收集来解决日常饮水需求,水质安全难以保障,且易受季节影响,干旱季节尤为严峻。这一时期,农村供水处于自发、分散的初级阶段,缺乏统一规划和有效管理。进入改革开放后,随着国家经济的快速发展和综合国力的增强,农村供水问题逐渐受到的高度重视。1980年代末至1990年代初,我国开始实施一系列农村饮水解困工程,旨在解决农村人口的饮水安全问题。这些工程通过新建水源、改造旧有供水设施、推广自来水入户等方式,有效缓解农村饮水困难,标志着农村供水进入一个有组织、有计划的发展阶段。我国加大对农村饮水安全的投资力度,实施一系列重大工程,如农村饮水安全工程、农村自来水普及工程等,不仅解决饮水困难问题,更注重提升水质安全,推动农村供水向规模化、标准化、现代化方向迈进。这一时期,许多地区建立了较为完善的农村供水网络,实现了从“有水喝”到“喝好水”的转变。近年来,随着乡村振兴战略的深入实施,农村供水工程迎来了新的发展机遇。智慧水务、信息化管理等现代技术的应用,进一步提升了农村供水的效率和服务水平^[1]。我国也更加注重水源保护和水质监测,确保农村居民能够长期稳定地享受到安全、便捷的供水服务。还积极探索多元化供水模式,如雨水收集利用、再生水回用等,以适应不同地区、不同条件下的供水需求,推动农村供水事业向更加绿色、可持续发展的方向。

2 农村供水工程水源泵站规划的基本原则

2.1 安全性原则

在农村供水工程水源泵站规划中,安全性原则是首要考虑的因素。这包括水源的选择应远离污染源,确保水质安全;泵站的设计和施工需符合我国和地方的安全规范,包括结构稳定、电气安全、操作安全等方面;应建立完善的应急处理机制,以应对可能出现的突发情况,如设备故障、水源污染等,确保供水系统的持续稳定运行,保障农村居民的饮水安全。

2.2 可靠性原则

可靠性原则要求水源泵站能够满足农村供水系统的长期稳定需求。在规划过程中,需要对水源的可靠性和稳定性进行充分评估,包括水源的水量、水位变化、水质稳定性等;泵站的选型、配置和布局应确保在各种工况下都能有效运行,提供稳定的水压和水量;还需考虑泵站设备的维护和更新周期,确保供水系统的长期可靠性。

2.3 灵活性原则

灵活性原则强调水源泵站应具备一定的适应性和可扩展性。在规划时,应考虑到未来农村人口增长、用水需求变化以及可能的技术升级等因素,预留足够的扩展空间和接口;泵站的控制系统应具备智能化和自动化的特点,能够根据实际需求进行灵活调节,提高供水系统的响应速度和适应能力;水源泵站的设计也应便于维护和升级,降低长期运营成本。

2.4 经济性原则

经济性原则要求在确保安全性和可靠性的前提下,合理规划水源泵站的规模和投资。在规划过程中,应对不同方案进行成本效益分析,选择性价比最优的方案;充分利用现有资源和设施,避免重复建设和浪费;考虑泵站的能效和运营成本,选择高效节能的设备和技术,降低长期运行费用,还应积极争取我国和地方的政策支持 and 资金补助,提高项目的经济可行性。

3 水源泵站设计分析

3.1 水源泵站设备选择

水源泵站设备选择是泵站设计中最关键的环节之一，它直接关系到泵站的运行效率、可靠性和维护成本。在设备选择时，首先要考虑的是泵的类型和规格。根据水源特性（如水位变化范围、水质情况）和供水需求（如流量、压力要求），选择适合的泵型，如离心泵、轴流泵或混流泵等。离心泵适用于扬程较高、流量较稳定的场合；轴流泵则适用于低扬程、大流量的场合；混流泵则介于两者之间，具有较好的适应性^[2]。在确定泵型后，还需根据具体需求选择泵的规格，包括流量、扬程、功率等参数。这些参数的选择应基于详细的水文地质调查和供水需求分析，确保泵站在各种工况下都能高效运行，同时避免过度设计造成的资源浪费。设备选择还需考虑泵站的自动化水平，随着智能化技术的发展，越来越多的泵站开始采用自动化控制系统，通过传感器、PLC（可编程逻辑控制器）等设备实现远程监控和自动调节。在设备选择时，应优先选择具备远程通信、故障诊断和预警功能的智能泵组，以提高泵站的运行效率和管理水平。设备的质量和品牌也是选择时需要考虑的重要因素，选择知名品牌、质量可靠的设备，可以降低设备故障率，延长使用寿命，减少维护成本。因此在设备采购过程中，应加强对供应商资质、产品性能和售后服务等方面的考察。

3.2 水源泵站布局设计

水源泵站的布局设计是确保泵站高效运行和易于维护的关键。在布局设计时，首先要考虑的是泵站的地理位置和周边环境。泵站应选在交通便利、地质稳定、水源丰富且水质良好的地方，同时避免将泵站建设在易受洪水、滑坡等自然灾害影响的区域。泵站的内部布局应遵循“流程顺畅、操作方便、维护简单”的原则。泵房是泵站的核心部分，其设计应确保设备布置合理，便于操作和维修。通常，泵房应分为设备区和检修区，设备区用于安装水泵、电机等关键设备，检修区则用于设备的日常维护和故障处理。泵房内还应设置通风、照明、排水等设施，确保泵站内部环境舒适、安全。在泵站布局设计中，还需考虑设备的安装方式和管道的连接方式，设备的安装方式应根据设备重量、尺寸和运行特点进行选择，如采用基础安装、悬挂安装或浮动安装等。管道的连接方式则应根据介质的特性、工作压力和温度等因素进行选择，确保管道系统安全可靠、易于维护。泵站的布局设计还应考虑环保和节能的要求，在泵站周围设置绿化带，减少噪音和粉尘污染；采用节能型设备和高效

的控制系统，降低泵站运行过程中的能耗和排放。

3.3 进水与出水系统设计

进水与出水系统是水源泵站的重要组成部分，其设计直接关系到泵站的水力性能和供水质量。在进水系统设计时，首先要考虑的是进水口的位置和尺寸，进水口应选在水流平稳、水质较好的地方，同时避免将进水口设置在易受杂物堵塞或水流冲击的位置。进水口的尺寸应根据泵站的设计流量和流速进行计算，确保进水顺畅、无堵塞。进水管道的的设计应考虑管道的材质、管径和连接方式，管道材质应根据介质的特性和工作环境进行选择，如采用铸铁管、钢管或塑料管等。管径的选择应根据流量和流速进行计算，确保管道内的水流速度适中，避免产生过大的压降和噪声。管道的连接方式则应根据工作压力和温度等因素进行选择，如采用法兰连接、螺纹连接或焊接等。出水系统的设计同样重要，出水口的位置和尺寸应根据供水需求和管道布局进行合理选择。出水管道的的设计应考虑管道的坡度、支架设置和阀门配置等因素，确保水流顺畅、无泄漏。在出水系统中，还应设置减压阀、止回阀等安全附件，以应对可能出现的异常情况，如压力过高、水流倒流等。进水与出水系统还应考虑水质的保障措施，在进水口设置格栅、滤网等预处理设施，去除水中的杂物和悬浮物；在出水系统中设置消毒、净化等后处理设施，确保供水水质符合国家和地方的标准要求。水源泵站的设计分析是一个复杂而细致的过程，需要综合考虑设备选择、布局设计、进水与出水系统等多个方面^[3]。

4 农村供水工程水源输水管道设计分析

4.1 输水管道设计的基本资料

农村供水工程水源输水管道设计是一项综合性强、技术要求高的工作，其设计过程必须基于全面、准确的基本资料。这些基本资料主要包括地形地貌、地质条件、水文气象、供水需求、水源特性等。地形地貌资料包括管道沿线的高程、坡度、土壤类型等，这些信息对于确定管道埋深、支架设置等至关重要。地质条件资料则涉及土壤承载力、地下水位、岩石分布等，这些因素直接关系到管道基础的稳定性和施工难度。水文气象资料包括降雨量、洪水频率、风速等，对管道的安全运行和防护措施的设计具有重要影响。供水需求资料包括用水量、用水时间分布、水压要求等，是确定管道管径、流速、泵站配置等设计参数的基础。水源特性资料则包括水源的水质、水量、水位变化等，对管道进水口的设计和水处理设施的配置具有决定性作用。因此在输水管道设计前，必须收集、整理和分析这些基本资料，确保

设计方案的合理性和可行性。

4.2 管道布置与走向

管道布置与走向是输水管道设计的重要环节,直接关系到工程的投资、运行效率和维护成本。在管道布置时,应充分考虑地形、地貌、地质条件以及交通、环境等因素,力求线路短、转角少、坡度适中。管道应尽量避开不良地质地段,如滑坡体、泥石流易发区、软土地区等,以减少施工难度和运行风险,管道布置还需考虑与现有道路、桥梁、电力线路等基础设施的协调,避免相互干扰。在管道走向选择上,应尽量沿等高线或坡度较小的地带布置,以减少泵站扬程和管道水头损失。管道还应考虑未来农村发展和土地利用规划,预留足够的空间,避免未来因土地开发或基础设施建设而导致的管道迁移或改造。

4.3 管材选择与连接方式

管材选择与连接方式是输水管道设计的重要组成部分,直接影响管道的使用寿命、运行安全性和维护成本。在选择管材时,应综合考虑材料的强度、韧性、耐腐蚀性、经济性等因素。常用的管材有钢管、铸铁管、塑料管(如PE管、PVC管)等。钢管强度高、韧性好,适用于大口径、高压力、长距离的输水管道;铸铁管耐腐蚀性好,但重量大、施工难度大,适用于中小口径的管道;塑料管重量轻、施工方便、耐腐蚀性强,且具有较好的柔性和抗震性,适用于各种复杂地形和地质条件下的管道^[4]。在连接方式选择上,应根据管材特性和使用条件进行选择。如钢管可采用焊接、法兰连接等方式,铸铁管可采用承插式、柔性接口等方式,塑料管则可采用热熔连接、电熔连接等方式。连接方式的选择应确保管道连接牢固、密封性好,且便于维修和更换。

4.4 管道过障设计

管道过障设计是输水管道设计中的难点和重点之一。在管道沿线,常常会遇到河流、公路、铁路、山体等障碍物,需要进行特殊处理。对于跨越河流的管道,可采用架空敷设或水下穿越两种方式。架空敷设需考虑管道支架的稳定性、抗风能力和防腐措施;水下穿越则需考虑水流冲刷、河床变迁等因素,采取适当的防护措施。对于穿越公路、铁路的管道,需设置保护套管或

采取其他加固措施,确保管道在交通荷载作用下的安全性。对于穿越山体的管道,需进行山体稳定性评估,采取必要的支挡和加固措施,防止山体滑坡或泥石流对管道的破坏。在管道过障设计中,还需考虑施工难度和成本,选择经济合理的设计方案。

4.5 水力计算

水力计算是输水管道设计的核心环节,是确定管道管径、流速、泵站配置等设计参数的重要依据。水力计算包括流量计算、水头损失计算、泵站扬程计算等。流量计算应根据供水需求资料,结合管道沿线的用水节点和用水时间分布,确定各管段的流量。水头损失计算包括沿程水头损失和局部水头损失两部分,需根据管道材质、管径、流速以及管道沿线的地形、地貌、地质条件等因素进行计算。泵站扬程计算则需根据水源水位、管道沿线的地形高差以及供水需求等因素进行计算,确定泵站的扬程和流量。在水力计算过程中,还需考虑管道的水锤防护、减压措施等,确保管道运行的安全性和稳定性。水力计算结果还需进行校核和验证,确保设计方案的合理性和可行性。通过水力计算,可以优化管道设计参数,降低工程投资,提高供水效率和质量。

结束语

农村供水工程水源泵站及输水管道的设计是一个复杂而系统的过程,需要综合考虑多种因素。通过科学的规划与设计,可以确保泵站及管道的安全、高效、稳定运行,为农村居民提供稳定可靠的供水服务。未来,随着技术的进步和管理的完善,农村供水工程的设计与实践将更加注重节能、环保和智能化,为农村社会的可持续发展做出更大贡献。

参考文献

- [1] 廖晶广.长距离输水管线优化设计与研究[J].中华建设, 2019, (17):128-129.
- [2] 程万达.赣东地区供水工程长距离输水管道设计要点[J].中华市政工程, 2018,197(2):47-49.
- [3] 程海涛.长距离输水管道工程的设计要点分析[J].城市建设理论研究(电子版),2017(4):42-43.
- [4] 张金玲.供水工程管材、管径比选方法[J].广东省水利电力职业技术学院学报, 2017, 15(2): 25-28.