

农村供水管网设计探讨

乐生耀

天津市水务规划勘测设计有限公司 天津 300204

摘要: 随着乡村振兴推进,农村居民对安全稳定供水需求激增。本文深入探讨农村供水管网设计,先阐述其理论基础,涵盖规范标准、设计原则与流程;再剖析当前管网老化破损、布局失衡、供水不足及水质保障难等问题;进而详述水源选择、用水量计算、管网布局等设计要点;最后提出信息化应用、优化管理、协同基建等优化策略,以期提升农村供水管网设计水平、保障安全稳定供水提供理论与实践指引。

关键词: 农村供水;管网设计;探讨

引言:农村供水安全是乡村振兴战略的关键一环,直接影响农民生活质量与健康。但伴随农村经济社会快速发展,现存农村供水管网问题频出,管网老化致使漏损加剧,布局欠合理造成供水不均,极大限制了农村供水服务水平提升。为此,深入探究农村供水管网设计,完善管网系统,对保障农村居民用水安全、推动农村可持续发展意义重大,文章将从理论、现状、设计要点及优化策略等方面展开剖析。

1 农村供水管网设计的理论基础

1.1 相关规范与标准

农村供水管网设计需严格遵循国家及地方相关规范标准。国家标准如《室外给水设计标准》《村镇供水工程技术规范》等,明确了水源选择、水质要求、管网布局等设计准则;地方规范则结合区域实际,对管材选用、水压调节等提出具体要求。这些规范标准为农村供水管网设计提供了统一的技术依据,保障设计方案的科学性与规范性,确保农村供水工程质量达标、运行安全。

1.2 设计原则

农村供水管网设计应遵循安全可靠、经济合理、因地制宜的原则。安全可靠是指确保供水水质符合标准,管网能稳定运行,满足居民用水需求;经济合理要求在保证供水质量的前提下,合理控制建设与运行成本;因地制宜则需充分考虑农村地形地貌、人口分布、经济水平等因素,选择合适的水源、管网布局形式及管材,使设计方案契合农村实际,提高供水系统的适用性与可持续性。

1.3 设计流程

农村供水管网设计流程主要包括前期调研、方案设计、方案优化与审核三个阶段。前期调研需收集区域地形、水文、人口、经济等资料,了解现有管网状况;方案设计阶段,依据调研数据,结合相关规范与设计原则,完成水源选择、用水量计算、管网布局等设计工

作;最后对方案进行优化,综合评估技术可行性与经济合理性,经专家审核后形成最终设计方案,为工程施工提供精准指导^[1]。

2 农村供水管网现状问题分析

2.1 管网老化与破损严重

许多农村地区供水管网建设年代久远,长期暴露于自然环境或埋于地下,历经风吹日晒、土壤腐蚀。如浙江龙泉部分偏远村庄管网,因年代久出现老化、漏水,影响供水,且村庄道路硬化后,管网改造难度和成本大增。部分工程接近或超设计寿命,又缺乏更新资金,“跑冒滴漏”严重,不仅浪费水资源,还导致水压不稳,影响村民正常用水,维修频次高且效果不佳,增加维护成本。

2.2 管网布局不合理

早期农村供水管网建设规划性不足,未充分考量农村发展、人口变化与地形。部分地区管网呈枝状分布,末梢水压低,用水高峰时难满足需求。部分农村供水原管网布局差、管材劣,导致供水压力不足,水质问题频发。一些农村因地形起伏大,管网未依地势合理铺设,高处居民常面临缺水,管网迂回曲折,增大水头损失,降低供水效率。

2.3 供水能力不足

农村经济发展、人口增长及生活水平提升,用水需求激增,现有供水管网供水能力难匹配。有的农村集中供水自来水厂曾因建设早、规模小,供水量难保证。还有的农村供水工程因实际供水人口远超设计、养殖业发展及绿化用水增加等,夏季用水高峰需开启机井补充。部分农村水源单一,遇干旱等极端天气,水源水量减少,供水设施设备陈旧、老化,也制约供水能力提升。

2.4 水质保障问题

农村供水管网水质保障体系尚不完善。部分地区水

源受工业废水、农业面源污染，水质堪忧。管网老化破损使外界污染物易渗入，影响水质。部分农村供水管网因管网问题出现“黄水”“锈水”甚至污废水。一些农村供水工程净化消毒设备缺失或老旧，无法有效净化消毒原水。部分地区水质检测监测能力弱，难以及时发现水质问题，保障农村居民饮水安全面临挑战。

3 农村供水管网设计要点

3.1 水源选择与保护

3.1.1 水源类型及特点。农村常见水源类型分为地表水和地下水。地表水涵盖江河、湖泊、水库等，其优势在于水量充沛，可满足大规模用水需求，但受季节、气候影响显著。雨季时，河流水位上涨，泥沙、杂物随径流汇入，水质浑浊，悬浮物、有机物和微生物含量剧增；旱季时，水量骤减，甚至出现断流现象。地下水相对稳定，埋藏于地下，受外界干扰小，水质清澈，细菌和悬浮物含量低。

3.1.2 水源选择依据。水源选择需紧密围绕农村实际用水需求。水质是首要考量因素，需确保其符合饮用水卫生标准，优先选取水质优良、稳定的水源，减少净化处理环节与成本。水量方面，要能充分满足农村居民生活、农业生产灌溉及消防等用水需求，尤其在枯水期也可稳定供水。

3.2 用水量计算

3.2.1 居民生活用水量。农村生活用水量受居民生活习惯、用水设施普及程度、季节变化等因素影响。不同地区居民用水习惯差异明显，南方地区因气候炎热，居民日常洗漱、沐浴用水频次和水量普遍高于北方。用水设施方面，安装节水器具与未安装的家庭用水量差距较大。季节变化也会导致用水量波动，夏季高温，居民洗衣、洗澡、冲厕等用水量显著增加^[2]。

3.2.2 公共建筑用水量。公共建筑用水量主要包括学校、机关、医院、饭店、旅馆、公共浴室、商店等建筑的用水量。尤其是乡镇政府所在地往往发展势头较强劲，要充分考虑其用水需求。

3.2.3 生产用水量。农村生产用水量主要包括畜禽养殖和家庭小作坊生产等用水。农业灌溉用水量大，一般通过其他地表地下水源解决，不计入农村生产用水量。畜禽养殖方面，不同畜禽种类、养殖规模所需水量不同，规模化养殖场牲畜饮水、圈舍清洗等用水需求庞大，一般居民散养畜禽不计入此项用水。

3.2.4 企业用水量。一般企业用水量应根据企业类型、规模、生产工艺、生产条件及要求、用水现状、近期发展计划和当地的用水定额标准等确定。但乡镇的企

业用水较难统计，往往是因为乡镇缺少规划，而过往用水情况受取水不规范，监督不严格，水费低廉等因素不具备参考价值，建议结合当地水资源情况进行适当考虑。没有乡镇企业或只有家庭手工业、小作坊的村镇，可不计此项。

3.2.5 消防用水量。农村供水量一般较小，消防用水量往往数倍于生活用水量，如果强制考虑消防用水量则将增大整个供水系统的投资，因此消防用水不宜一刀切。水资源丰富的地区应按GB 50016、GB 50974、GB 50039进行相应的设置，利用农村供水管网解决消防用水问题。水资源不足的地区不在供水系统中计入消防用水量，通过其他形式满足消防用水蓄水。

3.2.6 未预见水量及管网漏失水量。未预见水量是指在设计过程中难以准确预估的用水，如临时施工用水、突发性公共活动用水等；管网漏失水量则因管道老化、破损，接口不严等原因产生。在农村地区，部分管网建设年代久远，材质较差，长期运行后“跑冒滴漏”现象严重，导致大量水资源浪费。未预见水量和管网漏失水量一般难以精确统计，通常按生活、生产、消防用水量之和一定比例估算。合理考虑这部分水量，有助于提高供水管网设计的可靠性，避免因水量预估不足导致供水短缺，同时也为管网维护和改造提供依据，降低水资源损耗。

3.3 管网布局

3.3.1 管网布局形式。农村供水管网常见的布局形式有枝状管网和环状管网。枝状管网呈树枝状延伸，由干管和支管组成，其特点是管线短、投资少，施工相对简单，适合地形狭长、用水量较小且分散的农村地区。但枝状管网水流方向单一，一旦某段管道发生故障，其后端区域供水将受影响，供水可靠性较低。环状管网则将管道连接成闭合环状，水流可双向流动，即便局部管道损坏，仍可通过其他线路供水，供水稳定性和安全性高，不过环状管网建设成本高，对施工技术要求也更严格，适用于规模较大、用水要求高的村庄。

3.3.2 管网布置原则。管网布置需遵循安全可靠、经济合理、便于管理的原则。安全可靠要求管网能保障供水水质不受污染，避免与污水管道交叉穿越，同时具备抵御自然灾害的能力；经济合理强调在满足供水需求的前提下，优化管线走向，缩短管道长度，减少不必要的弯头和起伏，降低建设成本；便于管理则要求管网布置考虑后期维护检修，预留足够的检修空间，合理设置阀门井、排气阀等附属设施，便于故障排查与维修，提升管网运行管理效率，保障农村供水系统稳定运行。

3.3.3 干管与支管布置。干管是供水管网的骨干，承

担主要输水任务,其布置应沿村庄主要道路或用水量大的区域铺设,以减少施工对村庄环境的破坏,同时便于后期维护。干管走向需结合地形,优先选择地势较高处,利用重力输水,降低能耗。支管负责将干管的水分配到各用户,布置时应根据用户分布情况灵活规划,尽量垂直于干管铺设,确保各用水点水压均衡。在布置干管与支管时,还需考虑未来村庄发展规划,预留一定的扩展空间,避免因村庄规模扩大或用水需求增加而频繁改造管网。

3.4 管材选择

3.4.1 常用管材种类及特性。农村供水管网常用管材主要有塑料管、钢管和球墨铸铁管。塑料管如PE管、PVC管,具有耐腐蚀、重量轻、柔韧性好、施工便捷等优点,且内壁光滑,水流阻力小,使用寿命长,能有效降低维护成本。钢管强度高、耐压性强,适用于高压输水,但易生锈腐蚀,需做好防腐处理。球墨铸铁管兼具高强度与良好的耐腐蚀性,抗震性能优越,不过重量较大,运输和安装成本相对较高。

3.4.2 管材选择考虑因素。管材选择需综合多方面因素。首先是水质与耐久性,管材应与输送水质相容,避免对水质造成污染,且能长期稳定使用。其次考虑施工条件,管材的重量、柔韧性等需契合当地施工环境与技术水平,便于安装。再者是经济成本,包括管材购置、运输、安装及后期维护费用。

3.5 水压计算与调节

3.5.1 水压要求。农村供水管网水压需满足居民生活、生产及消防用水需求。对于生活用水,需保证最不利配水点(如高层住户或地势较高区域)的水压能满足水龙头正常出水,一般入户水压不低于0.1MPa。生产用水因不同生产活动而异,如农田灌溉、家庭作坊加工等,对水压稳定性和压力值有特定要求。消防用水则需满足消火栓的水压标准,确保在火灾发生时,水枪能喷射出足够射程的水流,有效扑灭火灾,保障农村居民生命财产安全。

3.5.2 水压计算方法。水压计算通常采用伯努利方程,考虑管道沿程水头损失和局部水头损失。沿程水头损失与管道长度、管径、内壁粗糙度及水流流速相关,可通过海曾-威廉公式法计算;局部水头损失则产生于管道弯头、阀门、变径处,依据管件类型和流态选取相应系数计算。将水源点水压、各用水点高程差,以及沿程和局部水头损失相加,得出管网各节点所需水压,为管网布局和水泵选型提供依据,确保水压满足用水需求。

3.5.3 水压调节措施。当水压不足时,可通过设置加压泵站或变频调速水泵,根据用水需求自动调节水泵转

速,提升水压。若水压过高,可安装减压阀,降低管道压力,保护管网和用水设备。此外,还可利用高位水池或水塔进行水压调节,在用水低谷时蓄水,用水高峰时放水,稳定管网水压。合理设置排气阀和泄水阀,排除管道内空气、泄放多余水量,也有助于维持水压稳定,保障农村供水管网安全运行。

4 农村供水管网设计优化策略

4.1 引入信息化技术

在农村供水管网设计中引入信息化技术,能够显著提升管理效率与供水稳定性。通过部署传感器和智能监测设备,可实时采集管网压力、流量、水质等数据,并借助物联网技术将数据传输至管理平台。利用大数据分析和人工智能算法,能预测用水需求变化,及时发现管网漏损、水质异常等问题,实现精准维修与调度。

4.2 优化管网运行管理

优化管网运行管理需建立完善的维护制度与应急预案。定期对管网进行巡检,及时修复老化、破损管道,减少水资源浪费。同时,根据季节、用水高峰低谷等情况,动态调整供水方案,合理分配水量。建立专业的运维团队,加强人员培训,提升技术水平,确保故障发生时能快速响应、高效处理。

4.3 考虑与其他基础设施协同建设

农村供水管网与其他基础设施协同建设,可实现资源共享、降低成本。在规划阶段,与道路、排水、电力等基础设施统筹布局,避免重复施工与资源浪费。同时,结合农村新能源建设,利用太阳能、风能等为供水设备供电,提升能源利用效率,推动农村基础设施建设的绿色化、一体化发展^[1]。

结束语

农村供水管网设计关乎农村居民用水安全与生活质量,通过对理论基础、现状问题、设计要点及优化策略的探讨,已形成较为系统的研究成果。未来,随着农村地区经济社会持续发展,对供水保障的要求将不断提高。需持续关注新技术、新理念在农村供水管网设计中的应用,因地制宜完善设计方案,加强管网运行管理与基础设施协同建设。

参考文献

- [1]周家亮.农村室外供水管网的水力计算[J].建筑设计及理论,2021.112-113
- [2]黄文庆.关于供水管网设计管理[J].建筑设计及理论,2022.245-246
- [3]郝今.浅谈农村供水管网的合理设计[J].陕西水利,2022(2) 278-179