

农村饮水安全工程施工技术要点分析

文 / 周 飞 宁夏回族自治区固原市原州区水务局

摘要：农村供水工程规模化已成为“十四五”期间农村供水保障的重要任务之一，但关于农村规模化供水工程施工技术的标准化体系尚未完全健全，不同区域施工技术适配性缺乏系统研究，施工质量控制环节仍存在薄弱节点。基于对农村地区地形条件、水源特性及工程长期运营需求的考量，本文根据具体工程实例，重点梳理农村饮水安全工程施工各阶段的核心技术要点，明确关键工序的操作规范，提出针对性的质量管控措施，为工程施工提供技术支撑。

关键词：农村饮水安全工程；施工技术要点；质量管控

【DOI】10.12254/j.issn.2096-6539.2025.24.073

引言

近年来，农村饮水安全作为改善农民生产生活的首要问题和发展水利的重中之重，“四措”并举，多管齐下推进工程建设与提质改造。各地通过优化工程规划布局，整合水源资源，提升供水工程的覆盖范围与保障能力，通过完善施工技术标准，强化技术指导与培训，提升施工队伍的专业水平，通过健全质量监管机制，加强施工全过程监督检查，确保工程建设质量达标。通过建立长效管护体系，明确管护主体与责任，保障工程建成后稳定运行，逐步实现农村饮水安全从“有水喝”向“喝好水”的转变，为乡村振兴战略实施奠定坚实的水利基础。

一、工程概况

本工程为原州区头营镇大疙瘩、马庄等村供水水源连通工程，核心目标是解决黄铨堡镇铁沟村、头营镇大疙瘩村、马庄村及三和村共4个行政村2713户10971人的饮水问题。工程依托清水河流域城乡供水工程（新材料产业园区净水厂），延伸供水管线替换现有水源，旨在补齐扬黄片区农村供水短板，巩固前期饮水安全工程成果，推动农村供水高质量发展，为乡村振兴与农村产业发展提供供水保障。

工程建设基础可靠，充分利用原州区农村人饮已建供水工程的现有管道、蓄水池及阀井等设施，针对目标村落供水问题针对性建设：加压泵站利用清水河项目新材料产业园水厂预留泵位，配置卧式离心泵2台，铺设泵站扬水管道7.75km（含DN200、150mm球墨铸铁管（K9）6.7km，DN200、150mm钢管1.05km）；新建2000m³蓄水池1座、各类阀井13座（其中放空检修阀井3座、排气补气阀井9座、电磁流量计井1座）；管道水平定向钻过路18处（总长648m）、过沟1处（总长405m），与既有输水及天然气管道交叉14处，设置镇墩60座。

二、蓄水池连通工程

经综合评估，本工程水源可靠、目标明确，资金有保障，现场勘查无施工不可抗拒因素，技术可行。工程建设既是改善当地群众生活水平、破解农村供水工程良性运行难题、保障居民用水安全的关键举措，也是巩固

脱贫攻坚成果、推进乡村振兴的必然需求，对确保群众喝上“放心水”具有重要意义。

三、农村饮水安全工程施工技术要点

（一）测量放样

在施工前，施工单位根据本次工程的规划设计图纸、现场勘察资料及相关技术规范，明确测量放样的精度标准与操作流程，选用经检定合格的全站仪、水准仪等测量仪器，确保测量数据的准确性。基于永久高程点，准确测设临时水准点，临时水准点需设置在地势稳定、不易受施工干扰的区域，且数量需满足施工测量需求。在施工过程中应对永久高程点进行复测，复测频率根据施工进度及现场环境条件确定，记录并上报所有测量数据，若发现高程点存在偏差需及时调整并重新校验。在输水管道线路、取水构筑物及净水处理站等关键构筑物的轴线位置，采用全站仪进行定位测量，按照200~500m的间隔设置桩号，桩号需标注清晰且固定牢固，由施工人员按照顺序进行编号，编号需连续且无重复。同时进行桩位测量，测量桩位的坐标、高程等参数，将测量结果与设计值进行比对，若偏差超出允许范围需及时调整桩位，确保后续施工严格按照设计轴线推进^[1]。

（二）沟槽开挖

沟槽开挖作业应以管道实际埋设深度为标准，管道埋设深度需满足当地冻土层厚度要求，本工程管道埋深不小于1.2m，同时施工过程中应控制沟槽开挖产生的偏差，沟槽轴线偏差需控制在±50mm以内，槽底高程偏差需控制在±20mm以内，避免因偏差过大影响管道安装精度。

沟槽开挖的深度及宽度等应根据当地土质情况及管径尺寸加以确定。本工程选用DN200~DN400规格PE管，当管径为DN200时，沟槽底宽设为0.8m；当管径为DN300时，沟槽底宽设为0.9m；当管径为DN400时，沟槽底宽设为1.0m。施工人员在施工前要进行实地勘察，根据土质情况确定开挖方式，对粉质黏土区段采用人工配合机械开挖，对碎石土区段采用机械开挖并配备专人监护，开挖过程中需分层作业，每层开挖深度不超过1.5m，防止沟槽坍塌。

结合沟槽开挖地形条件，本次工程部分区段地质结构为岩质结构，因此，设计为 1:0.75 的临时开挖边坡，边坡需采用人工修整，确保坡面平整且无松动岩块。非岩质区段为粉质黏土，临时开挖边坡设计为 1:1.25。沟槽开挖至设计标高后，需对槽底进行平整处理，采用蛙式打夯机对槽底土进行夯实，夯实度需达到 90% 以上，若槽底存在软弱土层或积水，需先清除软弱土层并换填级配砂石，换填厚度不小于 300mm，换填后重新夯实至设计要求。

（三）管材选择

本次工程主要采用聚乙烯（Polyethylene, PE）管及钢管两种管材。管材选择应优先考虑安全无毒害且具有良好的防腐性、密封性的产品，PE 管需符合《给水用聚乙烯（PE）管材》（GB/T13663-2018）标准，其中 PE100 级管材的公称压力需不低于 1.0MPa，断裂伸长率不小于 350%，以适配山区输水压力需求。钢管需选用 Q235B 材质，壁厚根据设计输水流量确定，主管段壁厚不小于 6mm，支管段壁厚不小于 4mm，且出厂前需完成内外防腐处理，外防腐采用 3PE 防腐层，防腐层厚度不小于 2.5mm，内防腐采用水泥砂浆衬里，衬里厚度不小于 5mm，防止管道锈蚀污染水质。



图 1 PE 管安装现场

结合工程所在山区地形特点，PE 管主要用于片区内支管敷设，因其柔韧性好，可适应山体坡地的轻微沉降，敷设时弯曲半径不小于管材外径的 20 倍。钢管主要用于水源取水构筑物至净水处理站的主管段，因其刚度大，可承受山区复杂地质条件下的外部荷载，安装时需设置刚性支墩，支墩间距根据管径确定，DN300 及以上钢管支墩间距不大于 15m，支墩混凝土强度等级不低于 C25，确保管道稳固。

（四）管道铺设

本次蓄水池连通工程管道布置以“经济合理，安全可靠”为核心指导思想，具体遵循以下原则：管道应地埋敷设，避开深挖、高填及复杂地质区段，同时满足冬季运行保温要求，确保建筑物结构简单且安全可靠；尽

量避免穿越公路、民房及公共设施，减少施工对周边环境及居民生活的干扰；管线优先沿路边布置，便于管材运输、阀井施工及后期维护检修；供水管网采用“树枝状”布置，结合村民住房分布情况，在保障各供水点用水需求与供水安全的前提下，合理控制供水点水头压力，实现工程经济性与实用性的平衡。

本次蓄水池连通工程需铺设管道 10.25km，管材均为钢丝网骨架 PE 管，具体包含铁沟新建 2000m³ 蓄水池至南窝子 200m³ 蓄水池段 Φ 225、160、125mm 管道 7.75km，1# 分水口至铁沟 3、4 队 50m³ 蓄水池段 Φ 125mm 管道 0.6km，2# 分水口至铁沟 1、6 队 50m³ 蓄水池段 Φ 160mm 管道 1.25km，3# 分水口至大疙瘩 200m³ 蓄水池段 Φ 125mm 管道 0.65km，同步新建各类阀井 23 座，其中分水阀井 3 座、放空检修阀井 3 座、排气补气阀井 12 座、蓄水池进出口阀井 5 座，管道水平定向钻过路 24 处且总长 864m、过沟 6 处且总长 1032m，与既有输水及天然气管道交叉 22 处，设置镇墩 89 座。

施工需严控管槽开挖、地基处理、管道敷设及防护等环节。DN100 ~ DN200 管槽宽为管外径加 600mm；土层地基夯实度 \geq 90%，岩石段铺 150mm 厚级配砂石垫层。非车行道覆土 \geq 700mm，车行道 \geq 1200mm。PE 管热熔对接温度 $210^{\circ}\text{C} \pm 10^{\circ}\text{C}$ ，加热时间按管径调，接口冷却后移管。收工时用匹配橡胶堵头封管并设警示标识。

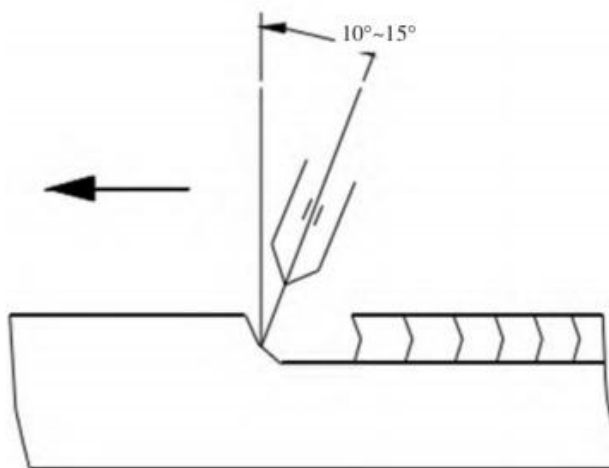


图 2 左焊法示意图

（五）水压测试

所有管道安装敷设完成后，施工人员需要对管道结构进行检验，确保其处于稳定状态，随后开展水压测试。实际注水时间不少于 24h，注水前需关闭管道系统所有阀门，打开排气阀，从最低端进水口缓慢注水，待排气阀连续排出无气泡的水流后关闭排气阀，确保管道内无空气残留，避免测试时因气阻影响压力数据准确性。注水过程中需安排专人巡查管道沿线，观察管槽是否出现渗水、冒泡现象，若发现异常需立即停止注水，排查并

修复管道接口或破损部位后重新注水。

分别对 PE 管及钢管道展开闭水试验,对管道的总水压力进行检测,向管道系统增压,控制压力提升速度,以 0.2MPa/min 的标准匀速升压。PE 管试验压力需设定为其公称压力的 1.5 倍,且不低于 0.8MPa,本次工程 PE 管公称压力为 1.0MPa,故试验压力确定为 1.5MPa;钢管试验压力需设定为其设计工作压力的 1.25 倍,本次工程钢管设计工作压力为 1.2MPa,故试验压力确定为 1.5MPa。压力升至试验压力后,关闭增压泵,保持压力稳定并开始计时,PE 管保压时间不少于 1h,钢管保压时间不少于 2h,保压期间每 15min 记录一次压力值,压力降不得超过 0.05MPa。

保压结束后,将管道压力降至设计工作压力,保持该压力进行外观检查,PE 管需重点检查热熔接口、管件连接处,钢管需重点检查焊缝、法兰接口,采用肥皂水涂抹接口处,观察是否产生气泡,无气泡则判定接口密封合格。若保压期间压力降超过允许范围或外观检查发现渗漏,需泄压后查找渗漏点,PE 管接口渗漏需重新进行热熔对接,钢管焊缝渗漏需补焊并重新进行射线检测,修复完成后需再次开展水压测试,直至满足标准要求。

四、农村饮水安全工程管理措施

(一) 完善工程管理制度

在农村饮水安全工程施工过程中,应制定完善的工程管理制度,确保工程施工顺利推进。同时,要明确管理责任,对各管理主体的责任进行细化,全面提升各主体的责任意识,建立“项目法人-施工单位-监理单位-质量监督机构”四级责任体系,将施工进度、质量控制、安全管理等责任落实到具体部门及个人,签订责任承诺书,明确责任边界与考核标准。

根据工程所在山区地形复杂、施工条件受限的特点,制定针对性的管理制度,包括施工技术交底制度、材料进场验收制度、隐蔽工程验收制度及安全生产管理制度。施工技术交底需覆盖每道工序,由技术负责人向施工班组详细讲解操作规范与质量要求,材料进场验收需按批次抽样检测,不合格材料严禁入场,隐蔽工程验收需留存影像资料与验收记录,经监理单位签字确认后后方可进行下道工序。安全生产管理制度需明确山区施工的防滑、防坠落、防地质灾害等防护措施,定期开展安全培训与隐患排查,确保管理制度可落地、可追溯,为工程质量与施工安全提供保障。

(二) 强化综合管理

农村饮水安全工程管理具有较强的综合性,涵盖配水、净水、供水等设施的管理,且对管理质量有严格的要求。在农村地区,需结合居民分散居住、用水需求差

异化的特点,构建分层分类的综合管理体系,避免管理流程混乱或责任缺失。

一方面,根据 3 个供水片区的水源条件、人口密度及用水需求,制定差异化的设施管理方案。配水设施管理需按片区划分管护范围,定期检查输水管网的压力、流量,每季度进行一次管网检漏,漏损率控制在 15% 以内。净水设施管理需严格执行沉淀、过滤、消毒等单元的操作规程,每日检测原水与出水水质,确保出水浊度不超过 1NTU,余氯含量维持在 0.2mg/L ~ 0.5mg/L。

另一方面,供水设施管理需建立用水台账,记录居民用水量、缴费情况,每月公示供水信息,接受居民监督。按照《农村饮水安全工程建设与管理办法》要求,配备专业管理人员,开展技能培训,提升设施操作与维护能力,保障工程长期稳定运行。

(三) 做好应急管理

对于农村地区而言,暴雨引发的泥石流及洪水可能导致水源受到污染,同时人为因素也可能引发饮水安全问题。因此,需制定完善的饮水安全应急预案,明确应急组织架构、应急响应流程及处置措施,确保突发事件发生后能快速响应。

应急预案需包含风险评估内容,针对泥石流、洪水等自然灾害,提前划定水源保护区的危险区域,在保护区周边设置防护栏与警示标识,配备应急抽水泵、水质快速检测设备物资。针对人为污染风险,建立水源巡查制度,每周至少开展 2 次巡查,严禁在保护区内从事排污、养殖等活动。应急响应启动后,需第一时间停止受污染水源的供水,启用备用水源,向居民发布饮水安全警示信息,组织专业人员对污染水源进行治理,待水质检测合格后方可恢复供水。定期组织应急演练,每年至少开展 1 次,提升管理人员与居民的应急处置能力,最大限度降低饮水安全事件的影响。

结语

综上所述,农村饮水安全工程施工要根据工程所在地地形条件、人口分布及用水需求,科学选择管材、规范管道铺设、严格水压测试,落实差异化施工方案。同时需完善管理制度、强化综合管护、做好应急准备,以高质量施工与精细化管理,保障工程长期稳定运行,切实解决农村居民饮水安全问题。

参考文献

[1] 翟国爽. 建平县农村饮水安全工程建设与管理问题研究[J]. 现代农村科技, 2024(9): 98-99.

作者简介:周飞(1975年-)女,汉,宁夏回族自治区固原市,本科,水利高级工程师,研究方向:农村供水工程。