

地埋式自升降喷灌系统设计施工及运行管理关键问题分析

谢崇宝¹, 张国华¹, 鲁少华², 谢瑞环³

(1. 中国灌溉排水发展中心, 北京 100054; 2. 北京中灌绿源国际咨询有限公司, 北京 100054;
3. 中灌润茵(北京)节水灌溉设备有限责任公司, 北京 101302)

摘 要: 现有的固定式喷灌设备, 灌溉之前需要与遍布田间的取水口配接出地管、竖管和喷头, 灌溉之后, 再将这些设备全部拆卸, 并搬运回库房存放, 金属结构还需要防锈处理。地上取水口不仅影响耕作, 而且灌溉过程还需要耗费大量的人力物力, 并且不可避免会造成部分管件的损坏, 占用库房, 额外增加仓储管理费用等问题。为解决现有喷灌技术影响耕作、劳动强度大、拆卸易损耗等问题, 根据实际灌溉需求, 有针对性研发上述系列产品, 以期从根本上为农民提供节水省工好用的灌溉产品。

关键词: 喷灌; 地埋式自升降喷灌; 设计施工; 运行管理

中图分类号: S275.4; TV93

文献标识码: A

Analysis on Key Problems of Management Design Construction and Operation in Buried Self-elevating Sprinkler System

XIE Chong-bao¹, ZHANG Guo-hua¹, LU Shao-hua², XIE Rui-huan³

(1. China Irrigation and Drainage Development Center, Beijing 100054, China;

2. China Green Water International Consulting Co., Ltd, Beijing 100054, China;

3. Zhongguan Runyin of Water-saving Irrigation Equipment(Beijing) Co., Ltd, Beijing 101302, China)

Abstract: Existing fixed sprinkler irrigation equipment is required to connect outlets in the field before irrigation, and after that, devices such as sprinkler head and standpipe need to be removed and transported back to storages. Hard outlets above the ground affects plowing, and corresponding irrigation equipments connecting outlets will cost much more manpower and additional storage management, and inevitably it may do damage to part of the devices. In order to match the actual irrigation needs, targeted research and development of the above products successfully provide useful labor-saving irrigation products without affecting farming.

Key words: sprinkler irrigation; buried self-elevating sprinkler irrigation; design and construction; operation management

1 地埋式自升降喷灌技术简介

地埋式自动伸缩一体化喷灌新设备包括 6 种系列新产品, 目前已取得国家发明专利 2 项(专利授权号分别为: 201310006949.8、201410012532.7) 和国家实用新型专利 3 项(专利授权号分别为: 201320007665.6、201520299947.7、

201520417714.2), 且已通过水利部新产品鉴定, 产品被鉴定为达到国际领先水平。考虑不同的灌溉作物和经济发展水平, 系列产品均可依靠设计水压顶出地面, 但可根据实际需求选择多种方式回缩地面耕作层以下: ①依靠辅管提供水压回缩; ②依靠灌溉单元的负压泵产生负压回缩; ③依靠人力回缩。为适应地埋式喷灌的特殊环境要求, 有针对性开发了 2 种适宜地埋的喷头, 有效解决了地埋设备在恶劣工况下的泥沙淤塞及出地问题。这些产品分别为: 双管路地埋式自动伸缩一体化喷灌设备^[1]、单管路地埋式自动伸缩一体化喷灌设备、单管路地埋式自升人降一体化喷灌设备^[2]、地埋式自升降一体化微喷设备、钢珠击打驱动型地埋式自升降喷头^[3]、水力直击自旋型地埋式自升降喷头, 主体为全塑结构, 解决了固定式喷灌系统影响耕作、频繁拆卸、仓储损耗等问题。本设备工作时高出地面 80 cm, 适合中低秆作物使用, 喷嘴规格、射程和流量等均可根据设

收稿日期: 2016-06-22

基金项目: 水利部技术示范项目“地埋式自动升降喷灌技术推广”(SF-201621)。

作者简介: 谢崇宝(1965-), 男, 副总工程师, 教授级高级工程师, 主要从事农田水利与饮水安全方面的研究。

通讯作者: 张国华(1980-), 男, 高级工程师, 主要从事农业水土工程方面的研究。E-mail: zgh311133@163.com。

计需要灵活选用,建议选用地埋式自升降喷头,工作压力为 0.3 MPa 时射程为 13~15 m。

该技术产品集成出地管、竖管、升降式喷头于一体,能够整体直接埋在土壤耕作层以下,灌溉时依靠水压出地灌溉,不需要灌溉时可以通过多种方式回缩至耕作层以下,既不影响耕作和收割,灌溉时也无需寻找喷灌设备的位置,更不需要拆卸灌溉设备搬运回库房存储。本技术产品兼具顶出和喷水功能及多种回缩方式,喷灌作业前后不需要安装或拆卸任何设施,只需控制支管首部的阀门即可完成喷头升降过程及喷灌作业,大大节约了劳动力,延长了设备使用寿命,提高了工作效率,有利于固定式喷灌系统的推广与普及。

2 系统设计中应注意的问题

(1) 若原水中泥沙含量较大,特别是细沙或面沙含量较大时,建议根据灌溉地块需水量在首部设置沉沙池,取用上层水作为灌溉用水,避免泥沙进入灌溉系统堵塞喷头。

(2) 若水源供水不足或为了调节灌溉水质水温,且便于施肥施药,可在首部设置蓄水池,蓄水池的具体设计可参考《矩形钢筋混凝土蓄水池》(05S804)。蓄水池的容积应视作物需水量和灌溉地块大小而定,建议采用砖混或混凝土结构。

(3) 现阶段受产品可选系列型号的限制,建议喷头采用正方形布置形式,即喷头间距和支管间距均取 14 m,喷头工作压力取 0.3 MPa。随着产品系列的丰富,地埋式喷头喷洒半径的改变,根据相应设计规范调整田间布局。

(4) 干管的长度和管径受支管的长度和轮灌面积的影响,干管管径按经验公式计算,再上靠市场规格接近的管径。根据经验,轮灌面积一般选择 0.2~0.4 hm² 为宜,支管喷头数控制在 10~12 个为宜。

(5) 采用地埋式自动伸缩一体化喷灌设备,为了保证安装质量,设计中应考虑使用千秋架,防止不均匀沉降对设备造成的损坏,保证田间多个喷头的平直性。

3 地埋式自升降喷灌系统施工关键环节

(1) 测量放线。测量放线是科学开挖管沟的前提,也是确保管道和喷头布置质量的关键,应按照管道设计图纸,使用经纬仪或全站仪等测量工具确定田间管沟开挖的方向和位置,并用石灰粉等标记清楚,保证管沟开挖顺直。

一般来说,1 个支管首部阀门井控制 1 条支管,但为了减少支管首部阀门井的数量,在水量满足灌溉需求的情况下,可以采用 1 个阀门井控制 2 条或多条支管。

(2) 管沟开挖。本着既要考虑节省土方开挖量,又要有利施工,保证质量与安全的原则,确定管沟开挖深度大于冻土层。管沟开挖深度可参考设备的安装深度 1.65 m,但不强制要求达到这个开挖深度。开挖管沟时,为避免扰动基底原状土,基底设计标高以上 0.2 m 原状土由人工清理。沟底如有坚硬物体必须清除,用砂石回填处理。管沟开挖后的土石料应放置沟槽一侧,以备回填。管材与管件连接处,管沟开挖尺寸可适当加大。

施工现场宜在管道中心线上每隔 30~50 m 打 1 个木桩,并在管线的转折点、出水口、阀门等处或地形变化较大的地方加

桩,桩上应标注开挖深度。管沟弃土应堆放在管沟一侧 0.3 m 以外处。

沟底应平直、密实,并清除石块与杂物,排除积水,如超挖则应回填夯实至沟底设计高程,如遇软弱地基应采取加固措施。管沟开挖完毕后,经检查合格后方可敷设管道。

(3) 管沟回填。根据管径和回填深度,采用人工回填的方式,管道试压合格后方可进行回填。回填时应从管道两侧同时进行,并确保管道不产生位移,必要时采取临时限位措施,防止上浮。

回填时管沟内应无积水,不得带水回填,不得回填淤泥、有机物和冻土,回填土中不得含有石块、砖及其他坚硬物体。回填材料以开挖的原土为主,若原土不符合要求,则采用中砂、粗砂、碎石屑、最大粒径小于 40 mm 级配砂砾。回填夯实程度参考以下数据:管道两侧为 95%,管顶以上至地面部分及管道两侧为 90%,管道上部为 85%。

初始回填应在管道两侧同时进行,回填材料应不含直径大于 25 mm 的石块和直径大于 50 mm 的土块,回填达到管顶以上 15 cm 后再进行最终回填,回填料应不含直径大于 75 mm 的石块。

对管道系统的关键部位,如镇墩、竖管周围等应分层夯实,每层回填到高度在 100~200 mm 之间后,应夯实后再回填上一层,严格控制施工质量。

(4) 管道安装。施工前应对管道外观进行检验,不合格一律不得采用;检查图纸是否齐全,安装前应全面了解各种设备的性能,熟练掌握施工安装技术和方法。

管道安装应按干、支管顺序进行,安装时应采用可靠的吊具,平稳下沟,不得与沟壁、沟底激烈碰撞。吊装时应有 2 个支撑吊点,严禁穿心吊。管道平顺放置,不得悬空、扭曲、打折。

过滤器应按水流向标志安装,不得反向。安装时应检查过滤器内是否有杂质,并应冲洗干净。旁通安装前应检查旁通管外形,清除飞边、毛刺,抽样量测插管内、外径,符合质量要求方可安装。

为了加快施工进度,保证安装质量,可将支管和辅助支管连接后安放在管沟一侧,并在支管和辅助支管上每隔 14 m 处预留喷头安装位置接口。

需要注意的是,必须在管道前端和末端安装进排气阀。这是由于设备深埋在耕作层以下,试水时通过水压自行顶出地面期间,由于排气不畅,易造成爆管。

(5) 轮灌小区首部闸阀安装。若采用双管路地埋式自动伸缩一体化喷灌设备实现自升自降喷灌功能,需要沿着支管方向再布置一条辅助支管,辅助支管一般采用直径 25 mm 的 PVC 管。支管和辅助支管首端与干管和排水管直接连接,分别设置控制闸阀。

若采用单管路地埋式自动伸缩一体化喷灌设备,与传统固定式喷灌系统相同,控制闸阀直接控制支管系统即可。

(6) 喷头安装。本设备一般安装在地表以下 0.35~0.40 m,具体埋深应根据当地耕作层深度等因素来确定,管道的埋深根据当地自然条件和施工条件来确定。具体安装步骤如下。

第 1 步。按设计图纸要求在田块中确定管网布置线路及

设备安装位置,利用机械方式在选定线路上开挖出管网铺设沟渠,深度应达到设计要求。

第2步。打孔。设备上端进水口管径为25 mm,配有外螺纹;下端进水口管径为32 mm,配有内螺纹。若管沟深度达到1.65 m,那么喷头可以直接安装在相应位置的支管一侧;若管沟深度未达到1.65 m,则需要采用专业打孔机或人工开挖打孔安放喷头。在支管管沟内需要安放喷头的位置,打直径0.2 m,深度以满足安装田间地埋式喷灌设备为佳的圆孔。

第3步。铺设干管和支管,在设计位置安装本设备,且设备下端要设置有水泥块或其他材质垫块以防止设备下沉,利用三通分别将设备下端进水口与支管连接,用旁通管将上端进水口与辅助支管相连。当管沟挖深至1.65 m时,可将喷头直接安装在管沟内;当管沟挖深未达到1.65 m,需要在喷头处局部挖深以便安装喷头。

第4步。将支管和辅助支管采用尼龙绳或其他材料捆绑固定,本设备的套管和旁通管也采用此方法捆绑固定。

第5步。将设备扶直,人工从两侧回填、夯实,直至填平,保持安装设备在一条线上,完成安装。

第6步。喷头安装。若施工期在11-12月,天气变冷,温度较低,连接件必须在保暖棚或房间提前1周预制,让其充分的黏接。预制件与管道三通黏接时,最好选择在温度较高的时间进行作业。安装完毕,运行前必须对管道进行冲洗,不能将杂质进入喷头,防止喷头堵塞。喷头安装前检查转动部分的灵活性,弹簧无锈蚀,接口外螺纹无损伤。支管与下端进水口、设备内管与喷头的连接应密封可靠,设备外管安装应牢固、稳定。若采用外接摇臂式喷头的单管路地埋式自升人降喷灌设备,其支架安装应稳定、均匀,确保竖管垂直。

(7) 排水设置。若要实现自升自降功能,需要设置排水管道。排水管道管径以及及时排除喷头内部存水为原则,一般取直径50 mm,沿着垂直于支管方向布置排水管,再根据具体排水位置确定下一级排水管道位置。

若使用地埋式自升自降型一体化喷灌设备,建议在管道末端安装真空泵,有利于尽快回缩喷头至耕作层以下,主要用于示范培训之目的。

4 系统试水试压及运行管理

4.1 试水试压

管道试水前,务必卸下喷头,以免残留在管道里的杂质堵塞喷头。

管道试水时,环境气温应不低于5℃;水压试验应选用经校验合格且精度不低于1.0级的标准压力表,表的量程宜为管道试验压力的1.3~1.5倍。

试水压力应为管道系统的设计工作压力,保压时间不小于1 h;试验段管道灌满水后,应在不大于工作压力条件下浸泡,浸泡时间不少于24 h后方可进行水压试验。

当水压升到试验压力时,保持恒压10 min,检查接口、管身有无破损及渗漏现象,实测渗水量不大于允许渗水量为管道安装合格;管道灌溉水的渗漏损失应符合管道水利用系数要求,管道水利用系数为不低于0.95;渗水量应小于0.84 L/(min·

km)。

试水不合格时采取修补措施,在修补处理达到预期强度后重新试水,试水合格后方可回填。

4.2 运行管理

(1) 若首部安装过滤设备,应定期检查、冲洗过滤心,有破损的及时更换,防治泥沙进入喷头影响喷洒效果。

(2) 若使用本设备喷洒农药和可溶肥,施肥和施药完成后必须将管道和喷头用清水冲洗半个小时以上。

(3) 若喷头出地面后不旋转,可用胶管轻轻敲打喷头,杂质排出后,喷头自动转圈,如损坏则及时更换。

(4) 灌溉季节结束或农作收割或者耕地前时,需在设备内部竖杆上涂抹润滑剂,将其压入地面0.35 m以下,以不影响耕作和收割为原则。

(5) 若采用自升自降喷灌系统,为确保安全,必须人工现场逐个实测确认每一个喷头复位情况,以期在田间机械作业过程中不致损坏地埋式喷灌设备。

(6) 入冬时将设备和管道内杂质冲洗干净,将剩余水从管道末端排除,防止管道和设备冻裂。

5 结 语

(1) 本系列设备的设计施工安装与固定式喷灌工程基本一致,其设计施工安装程序应执行《喷灌工程技术规范》(GB/T50085-2007)。设备不影响耕作和收割、省工节水,有利于规模化使用,符合现代农业的发展趋势^[4]。

(2) 单管路地埋式自升人降一体化喷灌设备投资节省,与现有固定式喷灌完全相同,而且全面解决了机耕和收割等问题,可在一定范围内作为现有固定式喷灌系统的升级替代产品。

(3) 双管路地埋式自动伸缩一体化喷灌设备,能够直接埋在土壤耕作层以下,不影响耕作;依靠水压和辅助支管实现喷头的升降,集成出地管、竖管、升降式喷头于一体,同时具有喷水和顶出功能,喷灌作业前后不需要安装或拆卸任何设施,只需控制支管首部的阀门即可完成喷灌作业和喷头升降过程,大大减轻了劳动强度,提高了工作效率。

(4) 单管路地埋式自动伸缩一体化喷灌设备,可以依靠自带的下钻头直接入地到位安装,安装设备时无需额外开挖,设备的稳定性、垂直度等均能很好保证,安装效率高;依靠负压将喷头回缩到地下耕作层以下,单纯一套供水管道即可实现自动上下,节约了一套与供水管网平行的辅助支管系统。

(5) 本系列技术与设备具有完全的自主知识产权,省工节地节水,“十三五”期间,我国将以每年130万hm²以上的速度推广高效节水灌溉技术,产品市场潜力很大。□

参考文献:

- [1] 李仰斌,谢崇宝,张国华,等. 地埋式自动升降型一体化喷灌设备研发[J]. 节水灌溉,2014,(7):75-78,82.
- [2] 李仰斌,谢崇宝,张国华,等. 地埋式自动升起型取水设备研发[J]. 节水灌溉,2014,(6):75-77,81.
- [3] 张国华,谢崇宝,鲁少华,等. 基于钢珠驱动的全地埋式喷灌装置研发[J]. 农业工程学报,2016,(12):102-106.
- [4] 谢崇宝,张国华. 我国灌溉现代化技术与设备[J]. 中国水利,2015,(17):66,68,70,72.