

安徽小型农田水利灌溉设施应用现状与发展分析

刘长顺¹, 张景奎², 郑继^{1,2}, 徐良¹

(1. 安徽省建筑工程质量监督检测站, 安徽蚌埠 233000; 2. 安徽省(水利部淮河水利委员会)水利科学研究院, 安徽蚌埠 233000)

摘要 为了解安徽小型农田水利灌溉设施的应用现状, 对该省典型地区田间渠系及其配套建筑物的建设及运行情况进行了调查研究, 总结了现存的主要问题, 并提出了未来发展的建议, 以期为进一步研究和改进农田水利工程建设技术, 更好地适应现代农业发展和高标准农田建设的要求提供参考。

关键词 农田水利; 灌溉设施; 应用现状; 发展分析

中图分类号 S274 文献标识码 A

文章编号 0517-6611(2021)03-0214-03

doi: 10.3969/j.issn.0517-6611.2021.03.057



开放科学(资源服务)标识码(OSID):

Application Status and Development Analysis of Small Irrigation Facilities in Anhui Province

LIU Chang-shun¹, ZHANG Jing-kui², ZHENG Ji^{1,2} et al (1. Anhui Construction Engineering Quality Supervision and Testing Station, Bengbu, Anhui 233000; 2. Water Resources Research Institute of Anhui and Huaihe River Commission, Bengbu, Anhui 233000)

Abstract In order to understand the application status of small-scale irrigation facilities in Anhui Province, the construction and operation of field canal system and its supporting buildings were investigated and studied in typical areas. The main existing problems were summarized and suggestions for future development were put forward, in order to further study and improve the construction technology of irrigation and water conservancy projects, and better adapt to the requirements of modern agricultural development and high standard farmland construction.

Key words Farmland water conservancy; Irrigation facilities; Application status; Development analysis

近年来, 国家在对大江大湖大水库等流域性治理方面取得了长足进展^[1-2], 而作为农田灌溉“最后一公里”的“小农水”仍然是制约农业发展的一个瓶颈^[2]。2018年安徽省水利院通过问卷调查分析得出结论, 县区农田基础设施情况偏薄弱的占比36.7%, 末级渠(沟)系完好率约60%, “最后一公里”问题仍然没有得到彻底解决^[3]。而小型农田水利灌溉设施作为安徽省农田灌溉“最后一公里”专项规划的重要组成部分, 在工程建设及运行等方面相关资料尚不完善。为此, 笔者通过对安徽省不同地形地貌小型农田水利灌溉设施进行系统调查, 选取省内平原地区、山区及丘陵地区多个典型市县实地调研, 分析田间斗农渠及其配套建筑物的建设和运行现状及存在的主要问题, 并提出启发性建议, 以期为进一步促进安徽省农田灌溉“最后一公里”农田水利灌溉设施应用与发展提供理论参考。

1 调查方法与内容

安徽省地势西南高, 东北低, 长江、淮河横贯省境, 将全省划分为平原、丘陵和山区三大自然区域(图1)^[3-6]。

结合安徽省的地形特点和工程建设实际, 在每个区域各选择典型小型农田水利工程, 主要从材料类型、结构形式、断面尺寸、施工安装方式、服役时间以及生态现状等方面对其渠道(主要以斗(农)渠为主)及斗(农)门、放水口、生产桥、分水池和渡槽等渠系建筑物的使用现状进行了座谈交流和实地考察。调查方法和内容见表1。

2 安徽省小型农田水利灌溉设施应用现状与问题

通过座谈交流和实地调查, 对渠道、斗(农)门、渡槽、分水闸(池)、放水口和农桥进行了现状和问题的总结, 不同自

然区域的建筑物类型见表2。

表1 调查方法和内容

Table 1 Survey methods and contents

地形类别 Terrain category	地点(典型代表) Location (typical representative)	建筑物类型 Building type	调研内容 Research content	调查方法 Survey method
平原地区 Plain area	宿州和蚌埠 部分县区	渠道斗 (农)门渡 槽分水闸 (池)放水 口农桥	结构形式、 施工方法、 安装方式、 服役时间、 破坏状态、 生态现状	座谈交流、 实地考察
丘陵地区 Hilly area	滁州和安 庆部分县区			
山区 Mountains	池州和黄 山部分县区			

2.1 渠道 渠道是灌溉系统的重要组成部分, 渠道的工程质量直接影响了灌溉效益和人民群众的生命财产安全^[7-8]。灌溉渠道在安徽省的不同自然区域内, 其制作方法也有所不同。

平原地区耕地面积约占全省耕地面积的50%, 是安徽省面积最大, 人口最多的农业区。灌区内的斗农渠断面尺寸设计普遍较大, 一般为梯形。坡面采用预制砌块铺筑, 砂浆勾缝的方式进行施工, 渠道服役时间为5~10年。表面普遍存在麻面、勾缝较多现象。预制砌块因批次不同而产生的色差; 渠道坡面砌块有大面积塌陷、压顶裂缝或断裂现象。非灌溉期渠道内堆满了废弃杂物。

丘陵地区表现为东部、南部较高, 海拔多在100~300 m, 表现为波状起伏的丘陵和河谷平原, 灌溉面积一般比平原稍小^[9]。断面形式以U形和矩形为主, 为近5年内修建。U形断面半径一般为150~200 mm, 壁厚4~8 cm, 长度约50 cm, 外倾角几乎为0。渠槽采用干硬性混凝土压制而成, 表面蜂

基金项目 安徽省水利厅科研及技术咨询项目(slkj202001-03)。

作者简介 刘长顺(1988—), 男, 江苏丰县人, 工程师, 硕士, 从事农田水利科研工作。

收稿日期 2020-07-22

窝、麻面较多,填方土流失严重,渠槽坍塌、错位严重,压顶采用普通混凝土现浇,基本处于断裂、坍塌状态;渠槽安装拼缝采用砂浆勾缝且拼缝较多;由于调查时间正值夏季,田间渠道内杂草丛生,淤积严重,断面较大的渠道内甚至还发现有晒干的青蛙尸体。现浇矩形渠道,多采用人工自拌混凝土,现场骨料品质普遍存在级配不良、含泥量过大等现象;现场生产混凝土时,由于缺少必要的精准计量设备,仅靠生产工具粗放计量,使得施工效率严重受限,工程质量难以确保。许多工程尚未完工,便出现大面积的裂缝、起砂和塌陷等问题。矩形现浇渠道的积水较为严重,边坡及渠底部没有排水措施。

山区位于安徽省长江以南,即沿江平原丘陵区以南的山地丘陵地带,境内山多,山地约占总面积的 55%。农村人口流失严重、耕地面积普遍狭小和市县经济基础薄弱,使得皖南山区田间灌溉渠道断面形式仍以小尺寸传统装配式 U 形渠道为主。多兴建于 20 世纪 90 年代,半径 100~150 cm,壁



图 1 安徽省三大自然区域分布情况
Fig. 1 Regional distribution of nature

表 2 不同自然区域的建筑物类型

Table 2 Types of buildings in different natural areas

地形类别 Terrain category	结构形式 structural style					
	渠道 Irriga- tion ditch	斗(农)门 Dou (agric- culture) door	渡槽 Aqueduct	分水闸(池) Turn-out gate (pool)	放水口 Drainage port	农桥 Nongqiao
平原地区 Plain area	预制混凝土砌块 梯形	混凝土浇筑或部分预制 (排架+闸墩+闸门)	预制混凝土管结 构	现浇钢筋混凝土 结构	现浇门框+预制管 涵+预制门板	拱桥(现浇+ 预制) 板梁桥 (石砌+预制) 涵管桥 (现浇+预制)
丘陵地区 Hilly area	装配式 U 形 现浇矩形		现浇钢筋 混凝土槽		现浇门框+ 预制门板	拱桥(预制) 涵管桥 (现浇+预制)
山区 Mountains	装配式 U 形 砖砌渠道	混凝土浇筑或部分预制 (闸门槽+混凝土小闸门)	现浇钢筋 混凝土槽		现浇 门框	板梁桥 (现浇+预制)

厚 4~6 cm,外倾角为 5°~8°,长度约 50 cm,人工安装,砂浆勾缝。由于山区特有的地形特点,该地区的渠道设计弯道较多,破损现象更为严重,渠道甚至有未压顶的现象。通过与当地水利技术人员座谈交流,了解到目前渗漏是田间灌溉的主要问题。近几年修建了多条砖砌渠道,采用挖方和填方相结合的方法现场施工,砖砌渠使用混凝土压顶,未预留变形缝,渠道内表面采用砂浆抹面;外表面未进行处理,整体美观性较差,渠身裂缝较多,已形成多处渗水通道,但尚未发生大面积的渗漏现象。

2.2 斗(农)门 斗(农)门是田间灌溉的重要渠系配套建筑物,主要用于关闭和开放水通道^[10]。目前,斗(农)门一般采用现浇或现浇与部分装配式结构相结合的方法制作,工程量大,造价高。

皖北平原和江淮丘陵由于耕地面积大,灌溉面积广,斗(农)门尺寸设计一般很大,闸墩和排架采用混凝土浇筑,排架通过钢板锚固于闸墩上,现场质量难以控制;闸门通常采用钢板或混凝土制作,通过旋转丝杆实现上下升降,此种结构组成复杂,连接困难,现场施工难度大,启闭操作不便,故

障率较高,且闸门与门槽间密闭性不好,止水效果差,因此会造成水资源的严重浪费。由于现场闸门易于拆卸,经常出现遗失或被盗现象,而斗农门的功能也就随之丧失。

皖南山区由于耕地少,渠道断面尺寸要求不高,因此,斗(农)门尺寸一般设计较小,结构也较为简单,通常由闸门槽和混凝土小闸门组成,由于重量较轻,一般通过手动升降闸门实现启闭功能,小尺寸闸门遗失率或被盗率远远高于大尺寸闸门。

2.3 渡槽 渡槽作为输送渠道水跨越河渠、洼地、道路等的架空水槽^[11],因其自身结构的特殊性,大中型渡槽其下部基础多为钢筋混凝土现浇结构,上部槽身多为钢筋混凝土预制装配式结构,小型渡槽的槽身一般以钢筋混凝土现浇结构为主。从安徽省几个典型地区的调研结果来看,渡槽结构形式一般为矩形槽和 U 型槽。

平原地区斗农渠断面较大,相应地,渡槽的断面尺寸也较大。丘陵地区的渡槽由于受地形限制,结构尺寸一般较小,槽身多为现浇钢筋混凝土槽或预制混凝土管结构,近年来新建渡槽也是采用此结构。山区大跨度输水渡槽的断面

尺寸和架空高度均较大,大尺寸槽身预制构件的生产、运输和吊装以及拼接缝的止水处理等均具有较大的技术难度。上述渡槽大都建于20世纪80、90年代,由于技术难度大,且受当时工程技术条件限制,缺乏标准化设计、规范化施工和完善的质量管理体系,工程质量难以保证,加之服役年限长,槽身普遍存在蜂窝、麻面现象,局部出现裂缝、破损,尤其是拼接缝位置,裂缝较多,部分勾缝砂浆脱落,导致不同程度渗漏,目前,上述渡槽服役状态普遍不佳。而采用现浇混凝土结构,由于田间工程多交通不便,只能采用传统的现场搅拌混凝土施工方式,这种粗放型的施工方式不仅费时费力且施工质量无法保证。

2.4 分水闸(池) 分水闸(池),建于渠道分岔处用以分配水量,也可兼作量水用。从安徽省几个典型地区的调研结果看,分水闸都是采用现浇钢筋混凝土结构,结构尺寸与渠道断面尺寸相适应,一般规模小、数量多,结构形式简单,多为矩形。闸门一般为简易的垂直启闭的钢闸门,闸门槽无止水胶条,止水效果差。采用现场搅拌混凝土施工方式,对周边环境影响大,且施工质量难以保证。

2.5 放水口 放水口作为配套设施,其设计水平及施工质量决定了输水灌溉的效率^[6,10]。

平原地势平坦,农田众多,连接成片,用水需求量大,因此渠道的尺寸较大。放水口主要通过渠道边坡开槽,放置管涵,上覆填土压实来实现,过水断面为直径50 cm的圆形,在渠道边坡一侧浇筑矩形混凝土门框,用以安装预制放水口门板,从现场调查结果看,现浇的混凝土门框表面松散开裂,门板与放水口连接处有缝隙,很容易发生渗漏,调查还发现部分放水口的门板已丢失,失去了挡水功能。矩形混凝土闸门框一种为内嵌形,一种为外凸形,外凸形放水口不仅美观性差,且影响过水流量,降低了输水效率。另外,放水口内秸秆杂草淤积堵塞,甚至部分放水口高程低于耕地,丧失了自流灌溉的功能。

丘陵地形起伏不大,坡度较缓,地面崎岖不平,灌溉渠道结构尺寸一般较平原地区小,相应的放水口尺寸也较小。渠道放水口采用混凝土浇筑,表面蜂窝麻面较多,且部分混凝土结构已经开裂,用来控制用水量的门板也已丢失。以太湖县为例,一些渠道的放水口已出现开裂、破损,其配套门板已丢失,当地农民随意放置一块三合板来控制用水量,造成水资源的浪费,且很多杂草顺水流堵塞在放水口处。

山区地形起伏大,相对高度大,坡度陡峭,人均耕地面积小,渠道尺寸小,因此放水口较为简易。山区以装配式渠道为主,渠道在预制过程中一般预留圆形孔洞或是U形口作为放水口,结构简单粗放,缺少节水控水设施,且由于孔洞较小,易被树叶、杂草、淤泥和碎石堵塞,丧失放水功能。除装配式渠道,山区部分渠道采用现浇和砖混结构,现浇渠道放水口为U形开口,无控水闸门,放水口位置较高。砖混结构渠道放水口同样存在淤积堵塞,放水闸门丢失等问题。

2.6 农桥 调查了平原、丘陵和山区中的涵管桥、拱桥、板梁桥共计10座,以现浇桥为主,虽然桥梁结构类型和尺寸不

同,但存在的问题具有共性。

一是外观质量差。无论是传统的预制桥梁、现浇桥梁还是涵管桥,其混凝土表面都出现蜂窝麻面现象,虽无钢筋外露现象,但局部混凝土结构表面强度损失严重,呈酥散状态。传统预制桥梁施工时选用干硬性混凝土通过挤压进行预制成型,由于服役时间较长,混凝土严重老化。对于现浇桥梁和涵管桥现浇部分,由于浇筑时采用的模板表面粗糙、附着水泥浆渣等杂物,模板安装拼缝尺寸偏差较大,水泥浆流失严重,混凝土表面蜂窝麻面较多,甚至还出现错台等外观质量问题。

二是桥体和挡墙开裂。桥梁主体结构表面开裂,并随着时间推移,裂缝纵横发展,影响主体结构稳定。挡墙开裂,坍塌现象严重。对于预制桥梁,由于设计标准低,选用的原材料的质量较差,预制水平较差,且工程大多超出使用年限,年久失修,导致桥梁主体产生裂缝,出现严重的质量问题。对于现浇桥梁和涵管桥梁现浇部分,多采用现场搅拌,就地取材,骨料级配较差,加之施工人员技术水平参差不齐,工程质量难以把控,导致结构主体产生裂缝。

三是桥内淤积和接缝处渗水。渠槽内杂草丛生,灌溉期杂草随水流淤积在桥下涵洞内,导致输水效率降低。另外,预制桥梁构件拼装时,拼接缝处理不到位,勾缝砂浆脱落,易导致结构失稳,进而坍塌。部分涵管桥尺寸较小,直接在涵管上覆土作为桥面,夏季雨水充沛,很多小型涵管桥桥面填土冲刷严重,涵管裸露在外,易造成涵管破损。

3 对策与建议

3.1 推进农田水利工程建设装配化,改变传统农田水利工程建设模式 针对田间装配式渠道及其配套建筑物,从配合比设计、结构设计,生产工艺、施工工艺以及质量控制等方面进行研究,设计建造出结构合理、生态环保、质量优良、施工方便的预制装配式构件,进一步提高当前水利行业建设技术水平,实现农田水利装配式结构工艺化设计、工厂化生产、装配式安装。

3.2 深化产权制度改革,践行绿色发展理念,发展智慧农业 应积极推广应用装配式渠道及渠系建筑物输水、远程控制供水及智能定量节水等为特征的节水灌溉信息化技术,进一步推动节水灌溉的发展和农村经济的提升。随着生态环保主题的提出和人工智能的发展,越来越多的行业注重生态问题和智能技术的引入,农田水利设施的建设也应紧随时代的步伐,引进生物逃生通道和智能节水控制系统,实现环境友好、生态相容以及高效节水的智慧农田水利建设。

3.3 加大建设投资力度,探索运维新模式,推进标准化建设 本着“取之于民、用之于民”的原则,定期维护田间小型水利设施,保障农民用水的合法权益,地方财政每年应安排一定的运护维资金,在灌溉期对小型水利设施进行及时维护,保证其正常使用和运转。标准化应贯穿工程设计、施工和管理全过程。设计人员应具备模块化思维,依据定型图集、相关规程规范进行标准化设计,对工程因地制宜

(下转第221页)

的适用性,相关的企业、工厂以及研究机构在设计过程中对犁体零部件应制定统一的规格标准,以便于用户的选择与使用。

(4)在设计翻转犁的过程中,应尽可能设计简单的结构,使尽可能多的部件整体化,以减少螺栓以及螺母的使用,减少螺栓的松动,提高其工作效率。

5 小结

在分析国内外翻转犁研究现状的基础上,指出了我国翻转犁应用过程中出现的一些问题并提出相应的发展策略。翻转犁作为耕地机械发展过程中里程碑式的创新,为我国的农业机械向着自动化、多样化以及现代化的方向发展作出了重大的贡献,对于农业可持续发展也具有十分重要的意义。

参考文献

- [1] 齐格列尔 G. 犁的展望[J]. 农业机械学报,1960,4(1):56-61.
- [2] 张建军. 悬挂犁数字化设计及关键技术的研究[D]. 长春:吉林大学,2008.
- [3] 耿端阳,张道林,王相友. 新编农业机械学[M]. 北京:国防工业出版社,2011:27-69.
- [4] 李德鑫,于文昌,芦磊. 我国翻转犁的应用与发展研究[J]. 农业科技与装备,2017(4):71-72.
- [5] AMBIKE S S, SCHMIEDELER J P. Application of geometric constraint programming to the kinematic design of three-point hitches[J]. Applied engineering in agriculture,2007,23(1):13-21.
- [6] FORMATO A, FAUGNO S, PAOLILLO G. Numerical simulation of soil-plough mouldboard interaction[J]. Biosystems engineering,2005,92(3):309-316.
- [7] AGUILAR M A, AGUILAR F J, AGÜERA F, et al. The evaluation of close-range photogrammetry for the modelling of mouldboard plough surfaces[J]. Biosystems engineering,2005,90(4):397-407.
- [8] LEMKEN GmbH & Co. KG 德国雷肯农机公司. 德国雷肯(LEMKEN)悬挂式翻转犁欧派(EurOpal)系列[J]. 现代化农业,2012(4):69.
- [9] 约翰迪尔 Z5T-CN6(RP1105)5 翻转犁油耗低不堵塞作业更畅快[J]. 河北农机,2013(5):24.

- [10] 雷肯翻转犁——迪曼 Diamant/欧派 EurOpal[J]. 农业机械,2015(2):19-21.
- [11] 韩云龙,尹继连. 法国格里格-贝松液压翻转犁性能测试[J]. 现代化农业,2013(6):46-47.
- [12] 徐山. 11LF-5.0 型悬挂式翻转犁的设计与试验[D]. 淄博:山东理工大学,2016.
- [13] 刘兴爱. 11LF-445 型液压翻转双向犁的研制[J]. 新疆农机化,2006(2):21-22.
- [14] 甘露,孙大明,程亨曼,等. 11FSL-5 型浅翻深松翻转犁的设计与试验[J]. 农机化研究,2008,30(5):136-138.
- [15] 张迅,贾朝阳,杜志高. 11LFT-435 调幅翻转犁[J]. 新疆农机化,2011(3):42-43.
- [16] 郑炫,陈雪峰,秦朝民,等. 11LQ-325 型气动翻转犁的设计与试验[J]. 湖北农业科学,2011,50(3):592-594.
- [17] 郑炫,贾首星,陈雪峰,等. 11LFS-435 型浅翻深松翻转犁的设计与试验[J]. 中国农机化,2012,33(1):129-131.
- [18] 沈从举,陈雪峰,帅建民,等. 11LFT-435 型调心调幅式液压翻转犁的研制[J]. 新疆农机化,2012(3):9-11.
- [19] 高尔光. 大功率拖拉机配套铧犁的结构特点和发展趋势[J]. 农业机械,2003(7):36-38.
- [20] 贺江川,陈学庚,郑炫,等. 11LFT-550 型调幅式液压翻转栅条犁设计[J]. 中国农机化学报,2016,37(5):27-30.
- [21] 郑德聪,王玉顺,吴海平,等. 双向犁翻转机构反求设计[J]. 农业工程学报,1999,15(1):50-58.
- [22] 郑德聪,陈泰良,王玉顺,等. 双向犁翻转机构的精度设计[J]. 农机化研究,2007,29(1):113-115.
- [23] 金红基. 单缸卧式翻转犁翻转机构的运动与受力分析[J]. 机械研究与应用,2008,21(3):24-26.
- [24] 王会福. 11LF-435A 型液压翻转犁翻转机构的研究[J]. 农业技术与装备,2008(8):28-29.
- [25] 罗进军,曾小辉,毕新胜,等. 深翻犁翻转机构的研究与分析[J]. 农机化研究,2016,38(6):98-101.
- [26] 张士国,何瑞银,赵君爱. 基于 Pro/E 二次开发的犁体曲面 CAD 系统设计研究[J]. 林业机械与木工设备,2007,35(6):42-45.
- [27] 余贵珍,吴成武,丁能根,等. 犁体参数化设计系统的研究[J]. 农业机械学报,2008,39(3):49-51.
- [28] 杨化伟,刘利明. 基于 SolidWorks 的水平直线犁体曲面参数化设计[J]. 农业装备与车辆工程,2008,46(9):22-26.
- [29] 赵郑斌,方宪法,杨学军,等. 高速犁体曲面的研究现状与分析[J]. 农机化研究,2014,36(2):229-232.

(上接第 216 页)

选择预制装配式构件;施工时对预制构件安装,施工人员要合理确定工序,科学把握好运输、装配等各个环节;运行管理中管理人员应依托测控、远程监控等信息化设备,实现自动化运维管理。

4 结语

基于安徽省三大自然区域典型地区,从材料类型、结构形式、断面尺寸、施工安装方式、服役时间以及生态现状等方面阐述了小型农田水利灌溉设施应用现状及存在的问题,并针对出现的问题从多方面、多尺度提出了发展建议。通过研究和改进农田水利工程建设技术,加大对农田水利建设的投入,不断创新体制机制,提高管理水平,在安徽省建立一套行之有效的管理机制,对于从根本上解决安徽省农田水利建设落后的局面具有积极作用。

参考文献

- [1] 黎仁寅,潘云生,伊仲春,等. 小农水破解大难题——湖南省“民办公

- 助”小型农田水利设施建设调研[J]. 中国农村水利水电,2006(7):1-3.
- [2] 吴雪明,张文方,彭星芸,等. 我国农村水利建设与管护问题调研报告[J]. 中国农村水利水电,2012(11):160-163.
- [3] 曹成. 小型水利工程改造提升调查研究:基于安徽省问卷调查数据[J]. 水利发展研究,2017,17(6):35-38,44.
- [4] 安徽省水利厅. 安徽水利年鉴 2007[M]. 北京:中国水利水电出版社,2007.
- [5] 刘长顺,郑磊,张景奎,等. 农田水利装配式混凝土渠道应用技术研究综述[J]. 混凝土与水泥制品,2019(5):40-43,53.
- [6] 张景奎,刘长顺,徐良,等. 安徽淮北平原地区节水灌溉发展模式探析[J]. 安徽农业科学,2019,47(7):215-217,224.
- [7] DENG X P, SHAN L, ZHANG H P, et al. Improving agricultural water use efficiency in arid and semiarid areas of China[J]. Agricultural water management,2006,80(1/2/3):23-40.
- [8] 刘孝俊. 关于推进湖南省农田水利标准化建设的构想[J]. 湖南水利水电,2017(5):64-65,87.
- [9] 周春燕. 安徽省淮北地区大豆生产现状及发展建议[J]. 现代农业科技,2019(9):45-46.
- [10] 潘琦. 安徽省五个农业区气候变化特点及粮食生产特点分析[D]. 合肥:安徽农业大学,2015.
- [11] 刘书凤. 灌溉渠道工程施工质量的控制[J]. 黑龙江科技信息,2009(13):190.