

沿海滩涂蓄淡与引排工程关键技术

郭相平¹ 郝树荣¹ 姚俊琪² 周 纲²

(1. 河海大学水利水电学院, 江苏 南京 210098; 2. 江苏省农村水利科技发展中心, 江苏 南京 210029)

摘要 蓄淡水库和引排工程是滩涂资源开发利用的基础设施。针对现有围堤工程与蓄淡、引排工程建设脱节, 导致重复开挖回填, 投资和土地占用增加等问题, 提出将围堤修筑与蓄淡水库、引排工程建设相结合的理念, 将围堤取土形成的取土坑作为引排河道、蓄淡水库使用。在此基础上, 拟开展与围垦土方平衡和生态相适应的河道规划模式与断面优化设计, 以及高钠盐粉砂土道坡面防护技术、与围垦施工相结合的平原水库的施工流程及工艺等研究, 为沿海滩涂大规模围垦和开发利用提供理论和技术支撑。

关键词 沿海滩涂围垦; 蓄淡工程; 引排工程; 关键技术

中图分类号 TV213.1 **文献标识码** A **文章编号** 1003-9511(2012)03-0040-03

1 国内外研究现状

沿海滩涂的大规模围垦和开发利用需要大量淡水资源。关于引排与蓄淡工程的规划与优化设计国内外已有大量研究成果, 主要面向已围垦地区或灌区, 不涉及与滩涂围垦工程相衔接的土方平衡、生态建设、施工优化等因素, 针对与围垦工程相结合的引排与蓄淡工程规划设计研究尚未见报道。受国内管理体制和开发程序的影响, 沿海滩涂围垦属于开发初期阶段, 主要涉及海堤及配套设施建设, 一般不考虑引排与蓄淡工程等水利工程基础设施建设。后者多由水利或农业资源开发部门在围垦结束后再行规划和建设。目前沿海围垦工程中的海堤修筑一般采用就近取土以节约筑堤成本^[1]。由于二者在规划与建设工程中的脱节, 导致初期围垦阶段形成的大量取土坑, 无法作为河道和平原水库使用, 浪费了大量土地资源, 围垦后重新规划建设的河道、水库又产生大量挖方, 占用土地。上述问题的存在不仅造成重复工序, 增加土地占用和破坏, 而且可能加剧水土流失^[2]。如江苏省条子泥围垦工程, 修建围堤、隔堤和其他临时工程, 需要取土方量超过 3 000 万 m³, 若取土坑位置和深度设置不合理, 不仅增加投资, 而且会破坏土地资源, 为后继工程建设和土地资源利用产

生严重影响。因此, 滩涂蓄淡和引排工程规划设计和施工的发展趋势是将其与围垦工程和生态用地规划相结合, 进行总体优化, 利用取土坑作为引排工程、平原水库使用, 以最大限度节约投资和土地资源, 并加快施工进度。

在新围垦滩涂资源开发利用过程中, 对生态和环境保护要求较高, 需有 20% 左右的土地作为生态用地。在生态用地规划中, 利用滩涂低洼的特征, 构建生态湿地是生态用地的主要发展方向, 其中适宜水面率是湿地构建的重要指标。国外较早研究了河流、湖泊等水面周边对周边生态系统和气象特征的影响, 认为适宜的水面不仅可改善气候和生态系统, 而且还可为居民提供休闲、娱乐场所, 具有文化价值^[3-4]。关于适宜水面率的研究, 国内成果多集中于城市^[5], 一般考虑了生态和景观需水。对于农业而言, 目前的研究主要集中于排涝、行洪对水面率的要求^[6]。围垦区淡水匮乏, 地下水含盐量高, 适当扩大沟渠断面, 利用沟、渠储蓄雨水、回归水, 不仅可提高湿地面积和雨水(回归水)的资源化程度, 还能通过增加入渗置换地下咸水, 改善地下水水质。目前, 综合考虑灌溉、排涝、生态和环境需水要求, 尤其是结合生态用地规划和土方平衡要求, 确定围垦区适宜水面率的成果尚未见报道。

基金项目 国家科技支撑计划课题(2012BAB03B02)、高等学校创新引智计划(B12032)

作者简介 郭相平(1968—)男, 山东成武人, 教授, 博士, 从事灌排理论与技术研究。

滩涂围垦区内天然河道、坑塘很少,必须通过人工开挖坑塘、水库、引排河道以满足水面率和引排要求。目前有关水面率研究的成果主要集中于城市和农业区,主要考虑防洪、景观、灌排要求,较少涉及考虑坑塘(库)、灌排工程建设与围垦土方的平衡问题。单纯的坑塘开挖需要大量投资,若将引排工程与生态湿地建设相结合,按照生态用地要求对沟、渠、水库断面进行规划和适当设计,使其满足水面率和生态用地要求,不仅可大大节约投资,而且能提高引排标准。另外,沟(河)道断面的扩大,可以增加区域蓄水能力,增加淡水供应,这对于淡水相对匮乏的围垦区具有积极意义。如何综合考虑灌排标准、生态效果和建设成本等因素,建立综合评价和优化模型,确定适宜的水面率以及不同级别沟渠的布置模式,并提出适于集约经营模式高钠盐粉砂土区灌排工程建设标准,对于滩涂灌排系统布置和脱盐改良具有重要意义。

根据相关规划,江苏省沿海滩涂围垦土地的60%将作为农业用地使用。灌排沟渠建设是水土资源高效利用的前提。采用灌排分开布置的形式,渠道横断面较小,输水效率和速度较高,便于灌溉。但由于渠道布置高处,非灌溉季节渠道可能长时间无水,难以发挥湿地功能。采用灌排结合形式,沟道位置低,大部分时间有水,可以作为生态用地使用。另外,沟道断面的扩大可增加区域蓄水能力,有利于提高排涝能力并增加淡水供应。对于以旱作物为主的地区,斗渠及其以上沟渠结合具有一定的优势。如何综合考虑节水效果、灌溉成本、排水标准、生态效果等因素,建立综合评价和优化模型,确定不同级别沟渠的布置模式,对于滩涂灌排系统布置具有重要意义。

江苏省新垦海涂以高钠盐粉砂土为主,基本无结构,加上盐分高、植被覆盖差,新建土质沟、河坍塌、淤积严重,导致引排功能降低甚至丧失,清淤和维护成本巨大^[7-8]。根据对江苏省大丰、东台、如东等地的调查,新垦滩涂区排水沟在无防护措施的情况下,农沟每年淤积深度一般为20~50 cm,斗沟可达50~100 cm;“一年挖,二年平,三年不见影和形”现象普遍存在,坡面防护尤其重要。高钠盐粉砂土区的农沟低成本防护属于国际性技术难题。目前对大型渠道、河道坡面防护技术较多,如混凝土面板、混凝土网格、砌石以及生物与工程相结合等,但在高钠盐土边坡成功使用的案例不多。混凝土面板防护是目前使用最广泛的模式,但滩涂沙性强,含盐量高(一般在1%以上),板下盐分淋溶流失可能造成坡面塌陷,造成面板破坏。非过水部分的边坡防护若大量采用混凝土,会对生态系统产生破坏作用,降低

沟河的生态功能。对现有的各种防护技术在高钠盐坡面进行比较和示范,并提出新的低成本防护新技术,对江苏省沿海滩涂水土资源开发利用至关重要。

按照总体规划,至2020年江苏省沿海滩涂围垦总面积为18万 hm^2 ,淡水需求量约为13.6亿 m^3 ,现有水系难以支撑。除完善现有骨干供水工程外,必须在围垦区构建蓄淡工程,以拦蓄当地雨水及过境水量。滩涂地势低洼,具备建设蓄淡水库的优越条件。目前蓄淡蓄水一般在围垦后建设,产生的大量堆土会占用、破坏耕地。若将蓄淡水库与围垦施工同步建造,利用水库开挖取土作为筑堤材料,可避免工序重复,能节省大量土地和工程投资,并加快工程进度,具有显著的经济效益与社会效益。

滩涂蓄淡水库属于平原水库,国内在该领域已有较多研究和成功先例^[9-11],但成果多集中于内陆地区,涉及滨海滩涂水库建设和施工的相对较少。江苏省滩涂水库库址土壤沙性强、结构差、渗漏严重,不仅造成水量损失,还可能对水库坝体安全产生威胁。另外,由于滩涂水库地势低洼,地下水埋深浅,矿化度可高达15 g/L 甚至以上,在高地下水水位外海高潮位的影响下,容易受到海水入侵威胁,导致水质恶化。因此,滩涂水库的防渗、压咸处理是工程建设的难点,需对粉砂质土地基与水库坝体的渗透稳定性进行分析,提出滩涂水库软土地基的经济型处理措施,并结合围垦区域建设,提出平原蓄淡水库施工流程与工艺,以减少工程投资,加快建设进度。

2 研究目标

针对新垦滩涂区淡水资源匮乏及筑堤无序取土问题,提出蓄淡与引排工程规划、设计、施工的新思路、新方法,将蓄淡、引排工程与围垦堤防取土料场、生态用地规划相结合,利用低洼地和取土料场作为蓄淡水库和灌排沟渠,并尽可能使之具有生态用地功能,以减少围垦堤防建设和垦区水土资源开发过程中的重复工序,降低工程投资,提高土地利用率,加快施工进度,保护生态环境,为围垦区水土资源的高效利用提供技术支撑。

3 研究内容

a. 与围垦土方平衡和生态相适应的蓄淡水库与引排河道规划技术。结合引排工程和海堤建设要求,提出引排河道、水库、坑塘的适宜布置原则与形式,按照生态要求,提出围垦区适宜水面率的计算方法,结合水面率、生态占地和围垦土方平衡要求,提出引排河道适宜断面形式,使引排河道、蓄淡水库满

足生态用地功能,最大限度地建设将建设用地中水利设施用地与农用地中农田水利用地与生态用地重合,提高土地利用率。

b. 高钠盐粉砂土河道适宜防护模式及其设计技术。研究滩涂高钠盐沙土坡面的土壤侵蚀规律,尤其是水力侵蚀规律,以确定土壤侵蚀模数和主要影响因子,通过理论分析和现场对比试验,确定坡面防护模式和防护结构设计方法;研发低成本、生态型的高钠盐坡面防护新技术,满足护坡和生态用地要求;比较不同防护结构和材料防护效果,分析不同技术模式的经济和技术指标,提出适于滩涂高钠盐沙土坡面防护技术模式和设计参数。

c. 围垦区蓄淡水水库适宜形式选择与主要建筑物设计方法。研究与堤坝修筑施工相结合的平原蓄淡水水库施工工艺及流程,结合滩涂水面率、灌排要求和土方平衡要求,提出适宜的平原水库形式;针对沿海滩涂高钠盐粉砂土,研究软土地基与坝体的渗透稳定技术,提出粉砂、软土地基经济型处理措施。

4 技术路线

项目采用理论分析与试验、示范相结合的研究方法。通过对已成垦区的调研,充分收集相关资料,针对研究目标和内容制定研究方案;开展相关现场试验和理论分析,构建与围垦工程建设相适应的蓄淡与引排工程、蓄淡水水库规划模型,通过理论分析和现场观测,确定模型参数和求算方法;研发新的低成本防护技术,通过不同防护模式的比较分析,提出适于高钠盐粉砂土沟渠边坡的防护技术体系和设计方法以及平原水库的规划、设计和施工方法。对上述研究成果进行技术集成,并结合条子泥围垦工程,进行示范应用,形成适于沿海滩涂围垦区蓄淡和引排工程建设的适宜技术模式。技术路线如图1所示。

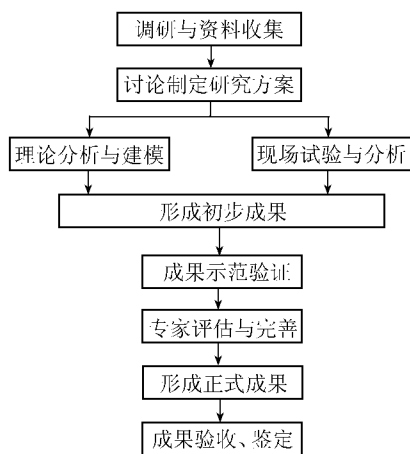


图1 研究技术路线

5 预期成果及效益

a. 确定与围垦土方平衡和生态相适应的蓄淡水水库与引排河道规划原则与模式。提出引排河道适宜布置形式与断面优化设计原则;根据蓄(引)水要求以及适宜水面率、土方平衡等要求,结合高钠盐沙土坡面侵蚀规律,提出引排河道的适宜布置形式与断面设计方法。

b. 提出高钠盐粉砂土河道适宜防护模式及其设计技术。通过理论分析和现场对比试验,结合经济技术比较,提出适于滩涂高钠盐沙土的沟道坡面防护技术模式。

c. 构建围垦区蓄淡水水库适宜形式选择与主要建筑物设计方法。研究结合围垦区域建设的平原蓄淡水水库施工流程与工艺,提出砂粉质土地基与坝体的渗透稳定性措施以及粉砂、软土地基经济型处理措施等。

沿海滩涂是江苏省最重要的土地后备资源,也是粮食安全的重要保障,滩涂围垦是江苏省土地后备资源开发的最重要手段。根据《江苏沿海地区发展规划》,到2020年,江苏省将新增围垦滩涂18万 hm^2 ,到2050年达到46.67万 hm^2 。按照规划要求,新增土地中,60%将作为农业用地,20%作为生态用地。由于土壤滩涂土壤含盐量高,地下水埋深浅,需要大量淡水供应和完善的引排设施。而沿海滩涂新垦区淡水匮乏,缺少引排排设施,在垦区进行修建引排和蓄淡工程,是开发垦区水土资源高效利用的前提和基础。由于引排工程建设规模宏大,将其与围垦工程统一规划和建设,可大大节约资金和土地占用,缩短建设周期,具有良好的经济效益。通过合理的规划和设计,将引排工程和生态用地相结合,可充分发挥蓄淡、引排设施的生态效应和环境效应,节约土地,提高农用地中耕地面积,增加粮食产能,环境和生态效益巨大。项目研究所形成的技术成果,可为沿海类似地区滩涂开发提供技术支撑和示范,具有良好的社会效益和经济效益,推广应用前景广阔。

参考文献:

- [1] 蔡葆廉,刘章琳,蒙雪松.浅淡利用海泥砂筑堤的施工技术[J].福建建筑,2008,11(2):43-46.
- [2] 张以森,郭相平,吴玉柏,等.扰动高沙土侵蚀规律的试验研究[J].河海大学学报:自然科学版,2010,38(5):522-526.
- [3] WILSON M A, CARPENTER S R. Economic valuation of fresh water ecosystem services in the United States:1971-1997[J]. Ecological Applications,1999,9(3):772-783.

(下转第62页)