

文章编号: 1005-0930(2016)01-0001-011 中图分类号: S281/TV93 文献标识码: A
doi: 10.16058/j.issn.1005-0930.2016.01.001

高标准基本农田建设工程生态化设计研究

刘晓南^{1,2,3}, 黄燕³, 程炯³

(1.中国科学院广州地球化学研究所 广东 广州 510640; 2.中国科学院大学 北京 100049; 3.广东省生态环境与土壤研究所 广东省农业环境综合治理重点实验室 广东 广州 510650)

摘要: 高标准基本农田建设过度强调了农田基础设施的功能性,而忽视了其生态性。缺少生态化设计的农田工程是对农田生态系统的强烈人为干扰,造成田间生物栖息、繁殖、觅食等生境的改变,直接影响农田生态系统的可持续发展。本研究对现行农田工程设计进行现场调查与不足分析,并对高标准建设单体工程设计进行生态改良。结果为:(1)田间道路工程采用透水混凝土路面与生物过路管道设计,增强道路透水性与低聚热性及小型田间生物的道路通过能力;(2)灌溉渠道工程采用动物逃脱渠壁与仿河段渠底设计,提高田间动物通过、逃离垂直渠道能力,在渠底附着生长的水生植物为鱼类、两栖动物提供栖息、繁殖场所;(3)排水渠道工程采用生态沟设计,利于田间动物、候鸟的觅食、栖息与繁殖,提高了水陆两种生态系统间物质能量交换。生态化设计既满足高标准基本农田建设的建设要求,又减少设计对农田生态系统的干扰,很好地起到保障农产品质量、农田生态环境安全,美化农田景观,提升农业附加值的作用。

关键词: 农业工程;生态化设计;高标准基本农田建设;农田生态

高标准基本农田建设是中国重要战略措施,对保障粮食安全、提高耕地综合生产力、改善农业生产条件、发展现代农业具有重要意义^[1]。由于亩均投入资金不足、田块权属状况复杂等原因,现行高标准农田规划建设主要通过灌排渠道、田间道路的改造,以顺畅水流、提高排灌率和水资源利用率为主要目的。这种以混凝土为主的农田灰色基础设施工程,尽管达到改善生产经营条件、促进大规模农业发展、提高土地生产效率的效果,但也会损害农业生态系统,带来负生态效益^[2]。

农田灰色基础性设施的单一混凝土构造,功能单一、阻隔生态系统间交互,这类设施是人类活动对自然生态系统的强烈干扰。生态学者对灰色基础设施的生态环境效应研究后发现,大量的灰色设施阻碍甚至破坏了生态系统间的物质能量交换和可持续发展,提出了绿色基础设施的概念,这类设施以自然生态的方式实现基础设施的功能,强调基础设施的生态性及保护原有环境生态的设计原则^[3-4]。

收稿日期: 2014-09-14; 修订日期: 2015-02-10

基金项目: 国家自然科学基金项目(41201543, 31170445); 广东省中国科学院全面战略合作项目(2012B090400045)

作者简介: 刘晓南(1980—),男,博士研究生,助理研究员.E-mail: xnliu_gz@126.com

通信作者: 程炯(1969—),男,博士,研究员.E-mail: chengjiiong@soil.gd.cn

国外学者对基础设施的生态问题研究较早,1962年 Odum 将生态学概念“自我组织能力”运用到工程中,首次提出生态工程,并指出其是对传统工程的改良,是人类对自然系统的协调合作,此后,Mitsch 和 Jorgensen 正式探讨生态工程,将其定义为符合人类与自然环境两者利益的设计方式^[5-6]。最初的生态工程是针对城市人工渠系、河流的生态环境进行修复,目的是降低设施破坏生态,保护周边环境,恢复自然生境^[5-8]。后来将修复范围扩展至全段河流、水库、坝体等,设计理念是必须尊重自然原有的生态多样性,依照现存自然条件建设和恢复良好的生态环境,积极保护自然生态系统,工程措施、材料必须兼顾自然环境与生态景观,必须多采用自然材料以替代混凝土等硬质材料^[9-11]。台湾等中国学者也将生态工法或生态化设计应用于农田道路、灌溉渠道的规划与设计之中,较集中地针对自然河溪进行生态工法的营建^[12-17]。国内学者将传统农业生态工程与生态农业,应用到农田规划及农村建设中^[18],对土地整理、农田工程建设后项目区内各道路、渠系、田块间的景观生态效应进行了大量研究^[19-24],也有学者的研究注重于农田渠系对农田非点源污染的生态削减功能^[25-29]。但能将生态学理念运用在农田工程设计,将生态化设计实施在实际工程中的并不多见,因此急需加强高标准基本农田建设的工程生态化设计,减少人类活动对农田生态系统的干扰,切实起到保护农田生态系统、提升生态服务功能的作用。

1 研究区域概况

本文研究区为大亚湾经济技术开发区高标准基本农田建设项目霞涌义联片区,位于广东省惠州市大亚湾经济技术开发区东部的霞涌街道义联村(图1)。项目建设总规模为19.68hm²,其中耕地面积17.62hm²,占总规模89.52%,其余用地为农村道路、沟渠和田坎,分别占总规模的1.71%、0.73%和8.04%。根据该区2011年耕地质量等级成果和《广东省市、县(市、区)高标准基本农田建设年度实施方案编制要点》对高标准基本农田建设类型要求,项目区耕地质量利用等级划分为9等和11等2个等别,其中9等耕地为全面整治农田,面积1.00hm²,占项目总规模5.09%,11等耕地为稍加改造农田,面积16.62hm²,占项目总规模84.43%。耕地以水田为主,主要耕种作物为蔬菜、黄豆、水稻,主要灌溉水源为项目区周边山体天然降水汇集而成的山塘和水库。

项目区地形为滨海丘陵与沿海台地,地势北高南低,海拔在8~30m,属于粤河口三角洲及沿海平原低地类型区。气候为亚热带海洋性季风气候,雨量充沛,阳光充足,热量丰富,气候温和。多年平均气温21.8℃,最高气温38.5℃,最低气温0.7℃,多年平均日照时数约为2000h,多年平均降水量为1989.4mm,集中分布在3月下旬至10月中旬,多年平均蒸发量为790mm。自然灾害主要为台风暴雨所致的山洪、水土流失。

项目区现有主要基础设施为连通田块和村庄之间的交通设施,以及农田用水的灌排设施。交通设施按路面材料分为素土路、混凝土路2种,素土路总长955.56m,占地面积0.38hm²,混凝土路总长95.32m,占地面积0.04hm²。灌排设施按渠系结构材料分为土质沟渠、浆砌石沟渠、混凝土沟渠3种,土质沟渠总长1759.36m,占地面积0.11hm²,浆砌石沟渠总长772.91m,占地0.29hm²,混凝土沟渠总长1533.56m,占地0.20hm²。



图1 研究区地理位置

Fig.1 Location of study area

2 农田工程生态化设计

2.1 设计原则

根据生态学、生态工程、生态工法、景观生态设计等学科理论,农田工程生态化设计应遵循以下7项设计原则:

(1) 满足工程的功能需求,符合相关设计要求,保证结构安全;(2) 尊重原有自然环境,避免涉及生态敏感区域,尽量降低工程对自然生态系统的扰动;(3) 设置迁移通道,保障田间生物通行自由;(4) 保护生物多样性,提供田间生物栖息、繁殖、摄食及避难空间以维持生物的正常活动;(5) 尽量使用原地区自然材料、生态材料,营造与原自然环境相协调的工程,增强工程的生态性;(6) 增加工程与田块间绿化率,增强田间生态系统缓冲能力;(7) 引入景观生态理念,设计要与周围自然景观协调、与当地景观相合。

2.2 现行设计的不足

对多个高标准基本农田建设项目现场调查后发现,现行农田工程设计均欠缺生态化的考虑(表1)。缺乏生态化设计的高标准基本农田建设,极易造成农田生态环境退化,胁迫田间生物栖息,直接影响农田生态系统的可持续发展。

田间道路通常采用素土路面、砂石路面及混凝土路面的设计。混凝土路面耐用度高、适应项目区多台风、暴雨的天气,但路面无透水性、强聚热性,设计重功能性、弱生态化。素土、砂石路面耐用度不高,易受台风、暴雨的冲刷而损毁,路面透水性较好、低聚热性,设计较混凝土路面更生态化。灌溉渠道通常采用将田间原有土质渠道改造或新建为浆砌石、浆砌砖及混凝土的设计,为了保证田间用水与减少渗漏,渠道走向较直,弯曲度低,渠道表面有2~3cm混凝土光滑抹面,渠道较深且垂直,水流急、渗透性弱、灌溉率高。田间生物通过困难,进入渠道后难以逃脱,鱼类难以在渠道内栖息、繁殖。排水渠道通常采用浆砌石的设计,渠道深且倾角陡,水流急、渗透性弱、排水功能强,田间生物通过困难,鱼类栖息、繁殖较难,且浆砌石渠壁将水体与土壤的良好交互界面隔绝,不同类型生态系统间的交互性较差,同时也大大降低了土壤涵养水源、抗旱防涝能力,间接增大了田块洪涝的排水量和下游河段防洪压力。

表 1 现行基本农田工程设计不足

Table 1 Deficiencies of current basic farmland engineering designs

工程类型	建造材料	设计特点	功能性	生态性
田间道路	混凝土	耐用,适应天气;无透水性、强聚热性	强	弱
	素土、砂石	不耐用,较不适应天气;透水性较好、低聚热性	一般	较高
灌溉渠道	混凝土、浆砌石	耐用,渗透率低,灌溉率高;混凝土抹面渠壁光滑且垂直,生物通过性差、逃脱率低,不适宜田间生物栖息、繁殖	强	弱
	泥土	不耐用,渗透率高,灌溉率低;渠壁有倾角,生物通过性较好、逃脱率高,适宜田间生物栖息、繁殖	一般	较高
排水渠道	浆砌石	耐用,渗透率低,排水速度快;混凝土抹面渠壁光滑,渠道深,生物通过性弱、逃脱率低;隔绝水与土壤的交互,不适宜田间生物栖息、繁殖	强	弱

2.3 生态化工程设计成果

2.3.1 田间道路 田间道路主要供小型农用机械、农用车辆及村民行走,因此工程设计采用透水混凝土路面的生态化设计,考虑到道路主要用于小型农用机械、农用车辆及摩托车通行,混凝土强度为 C20,详细设计见图 2.透水混凝土路面设计既具有普通混凝土高耐用度的特点,又能够适应项目区降水量大、集中的天气特点,透水性强、聚热性低.设计中除保留每隔 100m 设置下田便桥、过渠便桥以方便中大型田间生物通过道路外,每隔 100m 布置直径 9cm 生态过路管道,高度比田面高 10cm,以方便小型田间生物(主要为蛙类、蛇类)通过田间道.

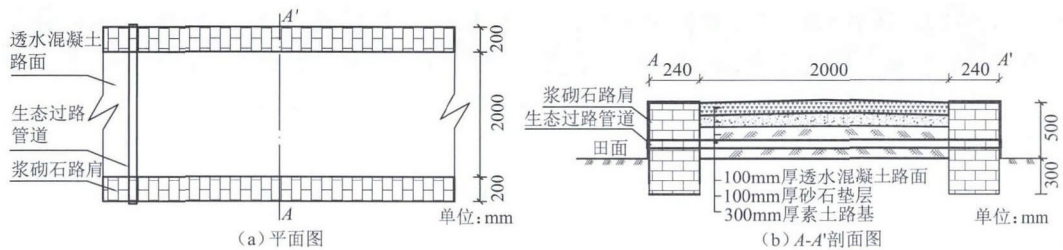


图 2 田间道路生态化设计

Fig.2 Farmland road ecological design

2.3.2 灌溉渠道 依据《广东省高标准基本农田建设规范(试行)》(广东省国土资源厅、广东省农业厅 2012 年印发),结合项目区的地形条件与水源特点,灌溉渠道的灌溉设计保证率为 90%,排涝标准为“10 年一遇日暴雨,雨后 2 天排除”,因此工程采用在现行浆砌砖、混凝土的设计基础上,借鉴其它学者研究进行生态化改良设计^[12-15].灌溉渠道按输水断面划分为农沟渠 I、农沟渠 II 两种类型,农沟渠 I 采用矩形边墙,渠净深 0.4m,渠底净宽 0.4m;农沟渠 II 采用矩形边墙,渠净深 0.8m,渠底净宽 0.8m;农沟渠工程设计的边墙砌体均用 0.2m 厚砂浆抹面,设计渠道糙率为 0.013,设计流量 $\leq 0.15\text{m}^3/\text{s}$,设计流速 $< 0.30\text{m}/\text{s}$.灌溉渠道的生态化设计从两方面考虑,一是动物逃脱渠壁设计,使田间两栖动物、爬行动物能够从垂直渠道中离开渠道,二是仿河段渠底设计,使水生植物能在渠底附着生长,为田间动物提供栖息、繁殖场所.

动物逃脱渠壁设计:在渠底比降小于 1/1 500 的渠道,每隔 20m 设置一段长 24cm 的阶梯式跳板渠壁.在渠底比降过大 ($>1/1 500$)、水流速度较快的渠道,和渠道拐弯处、渠壁

所受水流冲压较强的位置,则不适宜使用该设计.跳板渠壁采用浆砌砖建造,单级阶梯宽6cm,高12cm。0.8m深渠壁为3+1层设计(24cm×3+8cm),0.4m深渠壁为2层设计(24cm×2),详细设计见图3。

仿河段渠底设计:在渠底比降小于1/1500的渠道,每隔20m设置一段长2m的卵石渠段.卵石直径约3~5cm,与渠道混凝土底板一同浇筑,详细设计见图4。

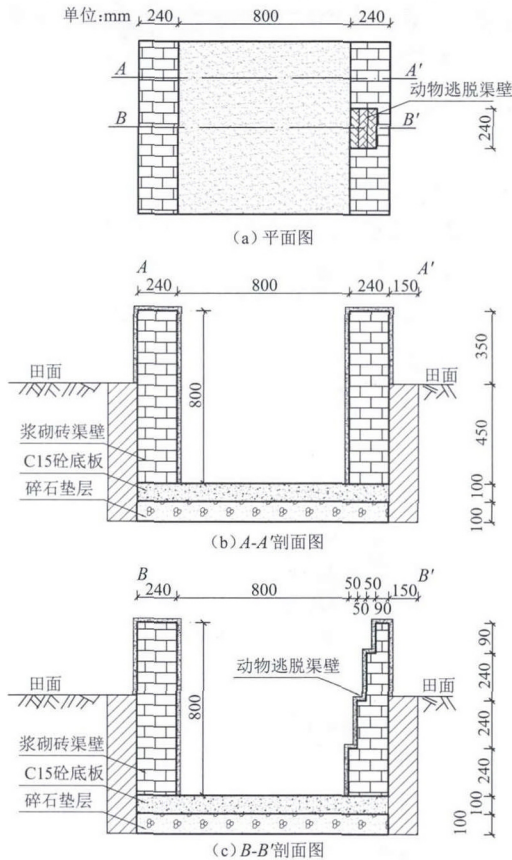


图3 动物逃脱渠壁设计

Fig.3 Animal escape ditch wall design

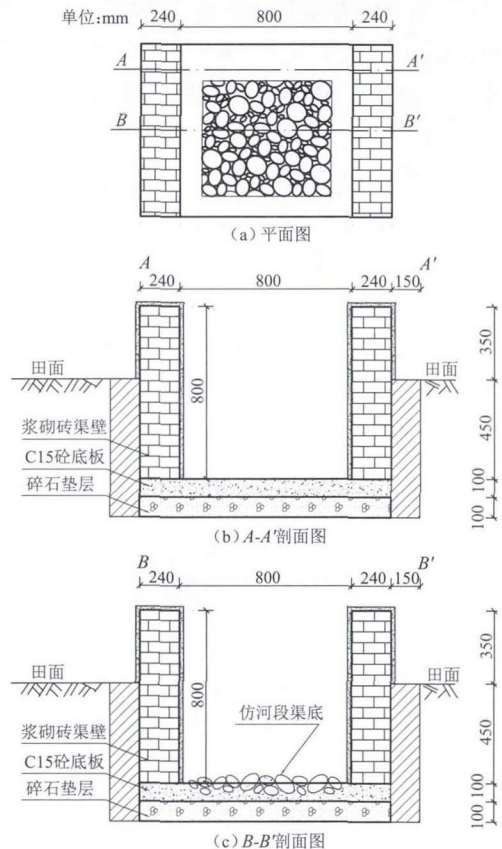


图4 仿河段渠底设计

Fig.4 Imitated river bottom design

2.3.3 生态排水沟 项目区内排水沟为呈南北走向的天然排水沟,全段沟宽在2~3m间,因山塘、雨水、灌溉回水的流入而终年有水,由于淤积而排涝不畅,部分沟岸有崩塌和损毁,沟岸上种有香蕉.若采用现行浆砌石或混凝土岸坡设计,岸坡是土壤生态系统和地表生态系统间物质能量交换的阻隔,土壤与水体间无法或只可少量进行物质交换.有学者采用“干砌石或混凝土结合不加封底或封底打孔”的生态化设计,认为具有较好的生态性,可减少硬化、增加透水性、涵养地下水^[17].但对于渠壁过高过陡的排水沟,需要增加动物逃脱斜坡与青蛙保育设计;使用具有良好透水性的生态混凝土建造的排水沟,则需要渠壁和渠底预埋毛竹管排水,会增加施工工序、难度与时间.鉴于此,本研究采用“土工布袋排水板-水生树木”的生态化设计来替代现行浆砌石建造排水沟设计,以多层土工布袋台阶式垒叠的沟坡替代浆砌石的长斜边沟坡,并种植乡土植物,有利于两栖动物、爬行动

物的活动、栖息与繁殖,也实现了动物逃脱与青蛙保育设计的功能.土工布袋降解后,土壤与水体间无浆砌石或混凝土岸坡的阻隔,提高了土壤生态系统和地表水生态系统间的物质能量交换能力,实现了增加透水性、涵养水源、保持水循环的功能.沟岸种植的水生树木与植物可减缓、抵抗洪水对排水沟护岸的冲击,防止护岸水土流失导致的田块损毁,也可沉淀、吸附农田排水中的氮、磷养分,实现削减农业面源污染的功能^[26].生态沟植物按“林-灌-草”搭配,选择了可为田间动物、候鸟提供筑巢栖息、觅食及食物的植物物种(表2),搭配农田原有的台湾相思、木麻黄、小叶榕等树种,尽量降低候鸟对农田作物的破坏.同时不同种类的植物搭配增加了项目区生态系统的生物多样性,丰富了农田景观,使工程与周边景观协调.

排水沟截流后,将河沟底淤泥杂物清出,剔除大型石块等杂物后,沥水后置于土工布袋作为护岸基础.清杂后的河底基部夯实,铺置鹅卵石或块石.沟岸边坡压实后垒叠3层装满土石的土工布袋,每层约高0.5m,底部一、二层土工布袋侧间隔1.5m打入杉木桩稳定护岸.杉木桩直径约50mm,打入深度0.5m,木桩与布袋间连续放置硬质排水板加固.岸边第二层土工布袋间隔5—10m种植落羽杉,部分景观岸段插种本土树种以增强生物多样性,树下两侧密植水生植物,详细设计见图5,水生植物配置见表2.

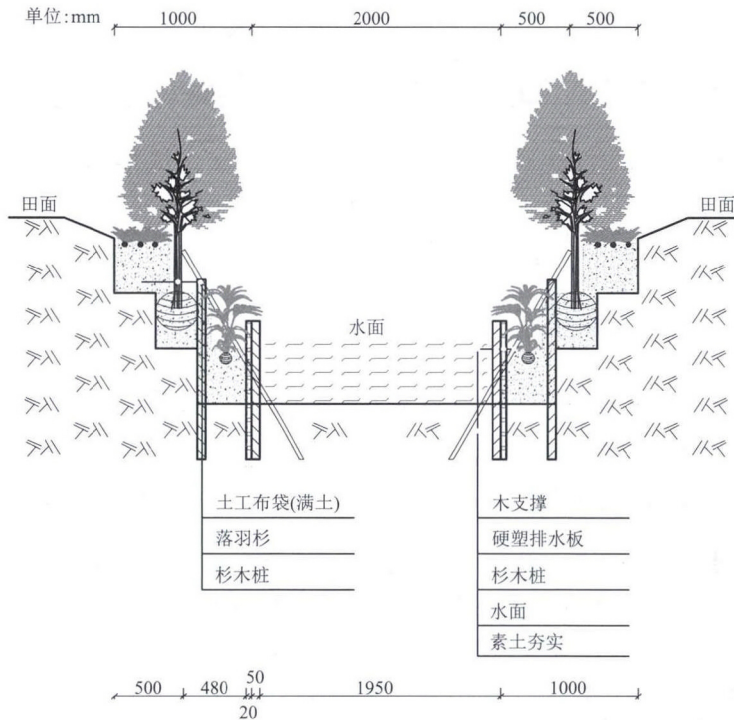


图5 生态排水沟设计

Fig.5 Ecological drainage ditch design

表 2 生态排水沟植物配置

Table 2 Plants disposition of ecological drainage ditch

栽植乔灌木	数量(株)	栽植乔灌木	数量(株)	栽植水生植物	数量(丛)	栽植水生植物	数量(丛)
落羽杉	220	算盘子	48	纸莎草	408	美人蕉	102
串钱柳	30	水松	16	泽泻	400	席草	50
水翁	30	海南蒲桃	16	水葱	50	石菖蒲	32

3 工程生态化设计效益评估

项目区位于经济较发达的珠江三角洲,距离深圳市 87km、惠州市 67km,位于深惠 1h 生活区内,2012 年项目区、惠州市、深圳市的居民人均可支配收入分别为 13 828、29 965 和 40 742 元。海滨渔家的旅游特色、便捷的交通、较低的消费吸引了大量深惠两市的居民前往项目区休闲度假,同时,农田景观是城市的缺失景观,城市居民更愿意在休闲度假中享受田园生活。因此项目区的农田利用方式已由传统农业逐渐转变为都市休闲农业,农田权属人及主管部门对高标准基本农田建设带来的效益追求,更侧重于农产品的质量、农田生态健康、农田景观的美化与提升、传统农耕文化的保育,及由此带来的休闲农业旅游收益的增加。基于以上原因,根据规划设计成果,选取生态可持续、经济可持续、社会可持续共 13 个指标进行工程生态化设计的效益评估,结果见表 3。

表 3 工程生态化设计效益评估

Table 3 Benefit assessments of the ecological engineering designs

效益	指标	建设前	建设后(现行设计)	建设后(生态化设计)
生态 可持续	防洪能力	5 年一遇	10 年一遇	10 年一遇
	有效防涝耕地面积/%	68.47	95	95
	有效灌溉耕地面积/%	66.21	95	95
	灌溉节水量/10 000m ³	0	8.19	8.19
	耕地质量等级	9 或 11 等	10 或 12 等	11 或 12 等
	生物多样性 (主要植物种类)	15	15	27
经济 可持续	动物通行	自由	较自由	自由
	新增单位面积 产值/(RMB·hm ²)	0	6 445.34	8 137.24
	新增总产值/RMB	0	126 833.62	160 127.44
社会 可持续	公众态度	要求改造	90% 民众满意	95% 民众满意
	农业生产便利性	路沟渠不配套,耕作不便	路渠配套,耕作方便	路渠配套,耕作方便
	机械化条件	农用机械无法到达各田块	农用机械可到达各田块	农用机械可到达各田块
	农田景观美度	农田景观单一,景观植物欠缺,周边景观杂乱	农田景观较丰富,景观植物单一,主要为保持水土、隔离公路的乔灌木,周边景观与基本农田较协调	农田景观丰富,景观植物较丰富,兼顾保持水土、生态隔离、候鸟栖息等生态功能,周边景观与基本农田协调

项目工程生态化设计减少了工程对农田生态系统的扰动,尽可能地为田间生物提供

栖息、繁殖、觅食及避难空间以维持生物的正常活动及生态多样性.生态排水沟的设计在保证其排水功能的同时,营造了与原景观相契合的生态景观,也保持了原有多种生态系统间的物质能量交换环境.结合项目区的“荒田复耕、荒地复垦,生态施肥,增强田间管理”等措施后,可以实现改善农田道路网络与水利排灌网络,增加有效防涝耕地和灌溉耕地面积,提高农田排涝能力,减少水土流失及耕地损毁的危害,提高了土地利用率和耕地质量,增加农作物的亩均产量.确实满足了农田权属人与主管部门对提升项目区农业生产的附加值,发挥着农业生产建设、保障农产品安全、优化农田生态环境的多重功能需求.

4 结论

高标准基本农田建设以改善农田基础设施条件、提高农业综合生产能力为目标,对现有农田道路、灌排沟渠进行“硬底化、三面光”的改造,强调了工程的功能性,忽视了设施的生态性.缺少生态化设计的农田工程,对农田生态系统是强烈的人为干扰,造成田间生物栖息、活动、繁殖、觅食等生境的改变,产生田间生物减量、死亡等原有生态系统退化的现象,直接影响农田生态系统的可持续发展.

单纯地追求基础设施的完善、耕地质量的提高、农产品产量的增加,只是高标准基本农田的底层要求,通过建设实现农田生境改善、农田生态系统的恢复、生物多样性增加、农田景观丰度增加、传统农耕文化的保护与传承,才应是顶层要求.利用“生态工法”理念对项目区的工程进行生态化设计,是广东省高标准基本农田建设中的新尝试,已有学者对福建省土地整理开发项目进行道路、灌排渠道的生态工程设计^[15],本文与其理念相同但设计不同,实施的结果较相同,即建设能满足高标准基本农田项目的建设要求,又降低工程设计对农田生态系统的干扰,保护了田间生物及其生境.不同自然条件作用下的农田生态系统具有异质性,不同社会经济条件下的高标准基本农田建设要求不尽相同,对工程的生态化设计也应不同.本研究基于广东省沿海台地、季风气候等条件下的农田环境及农田生态系统,进行工程生态化设计研究,对于其它自然与社会经济条件下的工程生态化设计仍需要研究.

农田工程生态化设计是将生态学、景观学的理论应用与工程设计中的工作,除需要农田水利、道路工程设计知识外,更需要生态学、景观学的知识与理论互补支撑,也需要土地权属人、实施主管部门对“生态工法”设计理念的理解与共识,共同参与、共同推动适应于不同项目区建设要求、生态环境保护需求、有益于农田生态系统稳定的高标准基本农田建设.

参考文献

- [1] 李少帅, 鄢文聚. 高标准基本农田建设存在的问题及对策[J]. 资源与产业, 2012, 14(3): 189-193
Li Shaoshuai, Yun Wenju. Issues and approaches to the construction of high-standard of basic farmland[J]. Resources and Industries, 2012, 14(3): 189-193
- [2] 魏秀菊, 胡振琪, 何蔓. 土地整理可能引发的生态环境问题及宏观管理对策[J]. 农业工程学报, 2005, 21(S1): 127-130
Wei Xiujie, Hu Zhenqi, He Man. Potential problems of ecological environment resulted farmland rehabilitation and their macroscopic management countermeasures[J]. Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering, 2005, 21(S1): 127-130

- [3] 俞孔坚,韩西丽,朱强.解决城市生态环境问题的生态基础设施途径[J].自然资源学报,2007,22(5):808-816;855-858
Yu Kongjian ,Han Xili ,Zhu Qiang.Ecological infrastructure as a synthetic solution to urban environmental problems[J].Journal of Natural Resources 2007 22(5) : 808-816; 855-858
- [4] 应君,张青萍,王末顺,等.城市绿色基础设施及其体系构建[J].浙江农林大学学报,2011,28(5):805-809
Ying Jun ,Zhang Qingpin ,Wang Moshun ,et al.Urban green infrastructure system and its system construction[J].Journal of Zhejiang Agriculture and Forest University 2011 28(5) : 805-809
- [5] Mitsch W J ,Jørgensen S E.Ecological engineering: an introduction to Eco technology [M].New York: John Wiley & Sons ,1989
- [6] Mitsch W J.What is ecological engineering[J].Ecological Engineering 2012 45: 5-12
- [7] Jørgensen S E ,Nielsen S N.Application of ecological engineering principles in agriculture [J].Ecological Engineering ,1996 7(4) : 373-381
- [8] Mitsch W J.Ecological engineering a new paradigm for engineers and ecologists [M].Washington ,DC: Engineering within Ecological Constraints.National Academy Press ,1996: 111-128
- [9] Mitsch W J.Ecological engineering: The 7-year itch [J].Ecological Engineering ,1998 ,10(2) : 119-130
- [10] 崔伟中.日本河流生态工程措施及其借鉴[J].人民珠江,2003,34(5):1-4
Cui Weizhong.Japanese river ecological engineering methods and its references[J].Pearl River 2003 34(5) : 1-4
- [11] 胡孟春,张永春,唐晓燕,等.城市河道近自然修复评价体系与方法及其在镇江古运河的应[J].应用基础与工程科学学报,2010,18(2):187-196
Hu Mengchun ,Zhang Yongchun ,Tang Xiaoyan ,et al.System and method for appraisal of near-natural river restoration and its application to the grand canal in Zhenjiang[J].Journal of Basic Science and Engineering 2010 ,18(2) : 187-196
- [12] 李锦育.台湾溪流生态工法的研究综述[J].中国水土保持科学,2005,3(3):98-102
Li Jinyu.Ecological engineering methods for torrent management in Taiwan [J].Science of Soil and Water Conservation ,2005 3(3) : 98-102
- [13] 王文君,黄道明.国内外河流生态修复研究进展[J].水生态学杂志,2012,33(4):142-146
Wang Wenjun ,Huang Daoming.Research progress of river restoration at home and abroad [J].Journal of Hydroecology ,2012 33(4) : 142-146
- [14] 侯文祥,郭胜丰,陈以容.台北近郊农水路复育萤火虫之生态工法研究[J].中华水土保持学报,2002,33(4):291-305
Hou Wenxiang ,Guo Shengfeng ,Chen Yirong.Ecological engineering methods to rehabilitate glowworms for agricultural waterways within taipei suburb [J].Journal of Chinese Soil and Water Conservation 2002 33(4) : 291-305
- [15] 叶艳妹,吴次芳,程承彪,等.可持续农地整理项目工程设计的理论和方法研究——以福建省长泰县雪美洋土地整理项目为例[J].应用生态学报,2002,13(9):1131-1136
Ye Yanmei ,Wu Cifang ,Cheng Chengbiao ,et al.Theories and methodologies of engineering designs on sustainable agricultural land consolidation project: A case study of Xuemeiyang land consolidation project in Changtai County , Fujian Province [J].Chinese Journal of Applied Ecology 2002 ,13(9) : 1131-1136
- [16] 叶艳妹,吴次芳,俞婧.农地整理中路沟渠生态化设计研究进展[J].应用生态学报,2011,22(7):1931-1938
Ye Yanmei ,Wu Cifang ,Yu Jing.Ecological design of ditches in agricultural land consolidation: A review [J].Chinese Journal of Applied Ecology 2011 22(7) : 1931-1938
- [17] 叶艳妹,吴次芳,俞婧.农地整理中灌排沟渠生态化设计[J].农业工程学报,2011,27(10):148-153
Ye Yanmei ,Wu Cifang ,Yu Jing.Ecological design of irrigation and drainage ditches in agricultural land consolidation [J].Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering 2011 27(10) : 148-153
- [18] Chen Chundi ,Meurk Colin ,Chen Jilong ,et al.Restoration design for Three Gorges Reservoir shorelands ,combining Chinese traditional agro-ecological knowledge with landscape ecological analysis [J].Ecological Engineering 2014 ,71: 584-597
- [19] 孙一铭,陈丽.土地整理的生物多样性影响与生态化设计[J].山东国土资源,2008,24(8):114-115
Sun Yiming ,Chen Li.Biological diversity effect and ecological design in land consolidation [J].Shandong Land and Resources 2008 24(8) : 114-115
- [20] 罗明,张惠远.土地整理及其生态环境影响综述[J].资源科学,2002,24(2):60-63
Luo Ming ,Zhang Huiyuan.Land consolidation and its ecological and environmental impacts [J].Resources Science ,

- 2002, 24(2) : 60-63
- [21] 赵桂慎,贾文涛,柳晓蕾.土地整理过程中农田景观生态工程建设[J].农业工程学报,2007,11:114-119
Zhao Guishen, Jia Wentao, Liu Xiaolei. Construction of engineering of farmland landscape for land consolidation [J]. Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering, 2007, 23(11) : 114-119
- [22] 王军.土地整治呼唤景观生态建设[J].中国土地科学,2011,25(6) : 15-19
Wang Jun. Land consolidation calls for landscape ecological construction [J]. China Land Sciences, 2011, 25(6) : 15-19
- [23] 王军,严慎纯,白中科,等.土地整理的景观格局与生态效应研究综述[J].中国土地科学,2012,26(9) : 87-94
Wang Jun, Yan Shenchun, Bai Zhongke, et al. Review on landscape patterns of land consolidation and the ecological effects [J]. China Land Sciences, 2012, 26(9) : 87-94
- [24] 刘辉.农田渠系工程景观生态格局[J].农业工程,2013,3(1) : 57-62
Liu Hui. Ecological landscape pattern of cultivated land ditches project [J]. Agricultural Engineering, 2013, 3(1) : 57-62
- [25] 杨林章,周小平,王建国,等.用于农田非点源污染控制的生态拦截型沟渠系统及其效果[J].生态学杂志,2005,24(11) : 1371-1374
Yang Linzhang, Zhou Xiaoping, Wang Jianguo, et al. Ecological ditch system with interception function and its effects on controlling farmland non-point source pollution [J]. Chinese Journal of Ecology, 2005, 24(11) : 1371-1374
- [26] 陆琦,马克明,倪红伟.湿地农田渠系的生态环境影响研究综述[J].生态学报,2007,27(5) : 2118-2125
Lu Qi, Ma Keming, Ni Hongwei. A review on the ecological and environmental impacts of agricultural ditch systems in wetlands [J]. ACTA Ecologica Sinica, 2007, 27(5) : 2118-2125
- [27] 周俊,邓伟,刘伟龙.沟渠湿地的水文和生态环境效应研究进展[J].地球科学进展,2008,23(10) : 1079-1083
Zhou Jun, Deng Wei, Liu Weilong. Advances on the effects of ditch wetland on hydrology and eco-environment [J]. Advances in Earth Science, 2008, 23(10) : 1079-1083
- [28] 陆海明,孙金华,邹鹰,等.农田排水沟渠的环境效应与生态功能综述[J].水科学进展,2010,21(5) : 719-725
Lu Haiming, Sun Jinhua, Zou Ying, et al. Review of environmental impact and ecological function of agricultural drainage ditches [J]. Advances in Water Science, 2010, 21(5) : 719-725
- [29] 何元庆,魏建兵,胡远安,等.珠三角典型稻田生态沟渠型人工湿地的非点源污染削减功能[J].生态学杂志,2012,31(2) : 394-398
He Yuanqing, Wei Jianbin, Hu Yuan'an, et al. Non-point source pollution control function of constructed wetland in the ditches of paddy field system in Pearl River Delta [J]. Chinese Journal of Ecology, 2012, 31(2) : 394-398

Ecological Engineering Designs of High Standard Basic Farmland Construction

LIU Xiaonan^{1,2,3}, HUANG Yan³, CHENG Jiong³

(1. Guangzhou Institute of Geochemistry, CAS, Guangzhou 510640, China; 2. University of Chinese Academy of Sciences, Beijing 100049, China; 3. Guangdong Key Laboratory of Agricultural Environment Pollution Integrated Control, Guangdong Institute of Eco-environment and Soil Sciences, Guangzhou 510650, China)

Abstract

To eliminate the agricultural engineering designs' disturbance to the sustainable development of farmland ecosystem, field investigation and analysis of the existing designs have been done in Huizhou, Guangdong Province. Moreover, ecological engineering designs and improvements have been done according to the investigation and analysis. Results show that: (1) Porous concrete pavement and animal crossing pipeline was applied in farmland road design. The farmland animal road-crossing ability, pavement water permeability and heat dissipation was

improved.(2) Animal escape vertical ditch wall and imitated river bottom was applied in farmland irrigation engineering design.The amphibians and reptiles in the ditch can escape out easily by escape wall.Aquatic plants grow on pebbles ditch bottom can support the amphibians and fishes.(3) Ecological drainage ditch was applied in farmland drainage engineering design. The revetment of ecological drainage ditch are made by timber ,trees and aquatic plants , different with the current concrete-stone drainage ditch ,which could offer foods and habitat for birds and animals.The designs also improve the interaction between water-and land-ecosystem , and enrich the farmland landscape.The ecological agricultural engineering designs meet the requirements of high standard basic farmland construction ,and reduce the non-ecological designs disturbance to the farmland ecosystem.

Keywords: agricultural engineering; ecological design; high standard farmland construction; farmland ecology