

DOI:10.3969/j.issn.1672-1144.2018.01.040

海绵城市建设技术模式研究

——以陕西杨凌示范区为例

张朝晖^{1,2}, 房海勃¹, 周波¹, 闫宁霞²

(1. 杨凌职业技术学院 交通与测绘工程学院, 陕西 杨凌 712100;

2. 西北农林科技大学 水利与建筑工程学院, 陕西 杨凌 712100)

摘要: 介绍了杨凌海绵城市建设的背景, 分析了杨凌海绵城市建设的必要性, 探讨了杨凌示范区海绵城市的建设原则, 并对居住小区类、旧城改造类、市政道路类、工业仓储类、水体类、公共区域类“海绵城市”技术模式进行研究分析, 为杨凌示范区及气候相近、城市发展程度相当的城市“海绵化”提供参考借鉴。

关键词: 海绵城市; 生态雨水系统; 建设原则; 技术模式

中图分类号: TU992

文献标识码: A

文章编号: 1672-1144(2018)01-0220-04

Technical Mode for Sponge City Construction in Yangling

ZHANG Zhaohui^{1,2}, FANG Haibo¹, ZHOU Bo¹, YAN Ningxia²

(1. College of Transportation and Mapping Engineering, Yangling Vocational and Technical College, Yangling, Shaanxi 712100, China;

2. College of Water Resources and Architectural Engineering, Northwest A & F University, Yangling, Shaanxi 712100, China)

Abstract: This paper introduces the background of Yangling sponge city construction and analyzes the necessity of Yangling sponge city construction, and the construction principle of sponge city in Yangling demonstration area is discussed. Technical modes of sponge city such as residential quarters, urban renewal categories, municipal roads, industrial warehousing, water bodies and public areas are compared and discussed, which can provide theoretical support for sponge city construction in Yangling and other similar cities.

Keywords: sponge city; ecological rainwater system; construction principles; technical mode

近几年, 国家加快城市化进程步伐, 城市规模一直扩张, 城镇人口持续增多, 加上近年来极端天气频发, 传统模式下的城市开发建设已经带来突出的城市洪涝灾害问题, 引发社会对城市内涝的关注^[1-3]。针对上述问题, 国家开始逐步重视、强化城市排水防涝的管理和规划工作^[4-5]。2013 年国家颁布了《海绵城市建设技术指南—低影响开发雨水系统构建(试行)》^[5], 提议“自然寄存、自然渗透、自然净化的海绵城市”理念, 并鼓励有能力的城市积极开展海绵城市试点建设^[6]。“海绵城市”的理念在城市水系保护、水资源紧缺、城市雨水径流和污染控制问题方面具有非常重要的意义, “海绵城市”已经成为国家新时期城市建设的模式。杨凌示范区作为全国唯一的农业示范区, 近几年一直针对杨凌的特定自然条件,

积极按照海绵城市的建设要求, 不断探索适应杨凌示范区的海绵城市建设模式, 为其他城市的可持续发展提供技术支持和工程示范^[7]。

1 杨凌示范区基本情况

杨凌示范区地处陕西关中平原的西安—宝鸡中间位置, 属典型的河谷地貌, 总面积 135.08 km²。杨凌北边为黄土塬, 南边是渭河和秦岭山脉。区内从北到南、从高到低依次分布着三级阶地、二级阶地、一级阶地、渭河漫滩等河谷地貌单元。杨凌区具有明显的大陆性季风型气候特征, 平均气温 11.8℃, 最高气温 41℃, 最低气温 -18.3℃; 年均降水量 585.6 mm。春季多风暖和, 夏季多雨炎热、秋季多连阴雨凉爽、冬季寒冷干燥。

收稿日期: 2017-07-09

修稿日期: 2017-08-12

基金项目: 2016 杨凌职业技术学院自然科学研究基金项目(A2016017)

作者简介: 张朝晖(1977—), 男, 陕西武功人, 博士研究生, 副教授, 主要从事力学结构与土木工程材料方面的教学和研究工作。

E-mail: zzhgj@163.com

近二十年,随着杨凌示范区的规模化建设,城市硬化面积大大增加,加剧了地面的不渗透性,在降雨的条件下,雨水几乎直接排入雨水管道,很少有雨水下渗,未能实现资源的循环。遇到不良极端天气,区内南北地势存在一定高差,部分片区是雨污合流系统,形成峰值较高的降雨径流,现状排水设施已无法满足排水需求,导致区内道路、下穿涵洞等7处交通关键路段逢雨必严重积水,检查井上涌冒水,城市内涝问题尤其突出,径流雨水污染严重,给城市经济生产活动带来巨大损失,严重危及了人民的生命及财产安全,因此寻求新的城镇化建设方式刻不容缓,创建海绵城市是保护和修复生态的重要契机。

2 海绵城市的建设原则探讨

海绵城市的建设原则是深入贯彻落实党的十八大关于生态文明建设的战略部署,大力推进生态文明建设,树立“尊重自然、顺应自然、保护自然”的生态文明理念,坚持节约优先、保护优先、自然恢复为主的方针,积极实施科技创新,不断深化生态治理改革,建设具有自然积存、自然渗透、自然净化功能的海绵城市,节约水资源,保护和改善城市生态环境,促进城市生态文明建设,实现城镇化和环境资源协调发展^[8-10]。

虽然国家出台了海绵城市建设技术指南,但是由于我国地域辽阔,不同地方的气候、水文条件、地形地貌也不尽相同,因此,需要寻找一条适合本地的海绵城市建设模式。根据杨凌示范区建设实际情况,必须遵循“自然循环、生态为本,城乡一体、试点先行,制度规范、分类指导”三个具体原则。

2.1 自然循环、生态为本

杨凌示范区是首个国家级农业高新技术示范区,城市内绿化面积大,城市四周多为农田,城市呈现北高南低的四个台阶,但在每个台阶内地势较为平坦。城市三面有天然河流,城市中有农灌渠穿城而过。城区规划要充分利用自有的地理和生态环境优势,增加绿化、水体等占地比例,大大提高“渗、滞、蓄、净”能力,实现自然式蓄水、渗水和净水,有计划的存蓄和调用,达到“吸水、蓄水、净水、释水”的功能^[11-12]。

2.2 城乡一体、试点先行

杨凌城市规划被杨凌大道分隔为东西两个片区,东片区基本为建成区,老城区和工业区均在此;西片区为正在开发区,绿化面积较大,未规划工业用地,因此这部分面积是极为理想的海绵城市先行试

点建设地块,可在城市开发建设过程中一步到位落实“海绵城市”的理念。通过“海绵城市”建设试点的建设实践,以期积累从旧城改造到新建城区海绵化,从城市小区、道路到公共空间、河湖水系系统性海绵化的实施经验,探索“海绵城市”建设过程管理体制、运作模式、投融资制度,达到带动旧城改造和新城建设、改善城市微环境微气候、提升城市宜居水平的目标,为杨凌示范区“海绵城市”建设实施提供依据和保障,也为气候相近、城市发展程度相当的城市“海绵化”提供参考借鉴,起到良好的示范作用。

2.3 制度规范、分类指导

根据新型城镇化建设的需要,确定杨凌示范区海绵城市建设总体技术路线,设立城市建设总体目标,编制相关建设规章制度,出台相关激励政策,作为海绵城市建设的制度保障。对于示范区海绵城市的新建和改建两类区域,分别对规划系统、建筑与小区系统、绿地系统、道路与广场系统和水务系统五大系统进行指导。

3 海绵城市建设技术模式分析研究

3.1 新建住宅小区类海绵城市技术模式分析研究

住宅小区是城市居民的生活场所,在城市面积中占有相当大的比例。传统小区的排水方式是居住小区屋顶雨水及地面雨水直接排入小区雨水管道内,最后流入市政管网中,这种传统小区的排水方式未能使雨水得到有效利用,造成径流时间短、流量大、雨水甚至溢流等问题,影响居民的正常出行与日常生活。海绵城市住宅小区的建设理念是雨水先经过绿色屋顶将其滞蓄、净化,并在屋顶绿化的建筑周边设置雨水存储池,收集雨落管的雨水进行回用,或采用生态方式如引入建筑周围绿地入渗,多余的雨水通过生态措施内的溢流口进入小区排水系统中,从而实现了雨水的再利用,为市政排水管道的运行减少压力。国内外诸多研究及实践表明绿色屋顶对初期雨水径流量和初期雨水水质都有很好的削减作用,有效增加了雨水的径流时间及降低了雨水水质污染,雨水经过绿色屋顶滞流、过滤后落入周边绿地内的生态雨水系统。生态雨水系统主要有渗井、生态树池、植被草沟等。对于杨凌示范区而言,在新住宅小区的规划和设计中,应采用绿色屋顶设计理念,并与居住小区地形地势相结合,设计配套的小区生态雨水系统。

3.2 旧城改造类海绵城市技术模式分析研究

随着我国城市的发展与建设,旧城区已不能满

足城市发展要求和居民生活的需要,因此,有必要对城市现存环境中的内部功能、建筑空间、环境等进行调整和改变。旧老城区遇下雨,经常出现内涝,这是城市的通病。而城中村由于基础设施破旧,更是被这个问题严重困扰。杨凌示范区旧城区雨水利用应以道路广场绿地雨水入渗为主,在有条件地方应将绿地改造为下凹式,充分利用有限的绿地入渗雨水。人行道采用透水铺装地面或透水砖。完善雨水管网,通过径流系数本底分析和雨水综合利用后核算排水系统负荷,改造与优化并举。雨水口宜尽量设置在绿地内或路边,并采用截污挂篮等源头污染物去除设施,同时再积极推广屋顶绿化,蓄存雨水,削减径流。

3.3 市政道路类海绵城市技术模式分析研究

当前,我国正处于全面建设小康社会和城市化发展加快的关键时期,杨凌城市建设规模不断增大,市区不透水面积急剧增加,作为排水输水“动脉”的市政道路,占整个城市面积 10%~20% 左右。传统的市政道路为弱透水或不透水的铺装材料,导致城市硬化率高、蓄滞能力降低、导致地面径流量增大,加之设施标准偏低、管网承载能力弱等问题,致使杨凌城区市政道路及排水系统逢雨必涝。针对以上问题,引入“海绵城市”建设理念,对于城区道路雨水以入渗和调蓄排放为主,根据道路类型不同可设置不同的雨水入渗及调蓄排放设施。对于机动车路面可采用多孔沥青路面或透水型混凝土路面,非机动车路面主要包括人行道、自行车道,宜采用透水性路面^[13]。主要道路两旁应采用下凹式绿化带,并配套入渗井、渗渠-浅沟组合系统等渗透设施。在有坡度的路段,绿化带应采用梯田式。排水系统中雨水口按“海绵城市”理念设于绿地内,雨水口内宜设截污挂篮等。

3.4 工业仓储类海绵城市技术模式分析研究

工业厂区作为杨凌城市化建设进程的重要组成部分,以工业仓储为基础研究海绵城市技术模式具有很现实意义。杨凌区工业仓储在采用“海绵城市”理念规划设计主要从以下几个方面考虑:一是工业厂区屋面采用屋顶绿化方式蓄存雨水。对于不具备建设绿色屋顶条件的轻钢、彩钢板为主要结构的厂房和仓库,一般引入建筑周围绿地入渗。二是厂区非机动车道路、人行道、停车场等采用透水铺装地面。工业区绿地应建为下凹式,并在适当位置应建雨水滞留、渗透设施^[14]。三是工业区内的水体除具有景观功能外,还应具有自净、调蓄功能和溢流功能,并

和市政雨水管系联通。

3.5 水体类海绵城市技术模式分析研究

水体是杨凌示范区雨水排放的最终去向,应着力提升其综合防灾和生态能力。杨凌示范区在城市水体低冲击开发中,宜采用恢复河流自然生态的方式,结合湿地、初雨水处理设施等提高水体对洪峰和污染物的控制能力。断面宜采用生态断面,充分与周边城市景观设计相结合。建设为多功能湿地,具有去除污染物、滞留洪水等功能。湿地应尽量利用河道蓝线内适宜用地,不对行洪产生障碍^[15]。尽量采用维护、管理方便的形式建设调蓄设施,便于后期管理。

3.6 公共空间类海绵城市技术模式分析研究

公共空间,尤其是城市广场和城市公共绿地,是供城市日常生活和社会生活公共使用的室外空间,例如公园和广场在暴雨时可以作为泄洪场地,而在干季则充当市民们的休闲娱乐空间。城市绿地本身就是一块较大的城市海绵设施,通过水域与植被的设置,能极好的控制地块径流流量,但在规划区排水分区流域范围内,城市绿地因具备较大的调蓄潜力和实施空间,不仅可以起到片区雨洪控制的空间隔断作用,而且可作为本区域雨洪消纳与利用的节点,起到的滞洪、蓄洪和雨水收集利用的作用。因此绿地工程的“海绵化”是以片区为研究对象,统筹海绵建设的总体要求,进行一系列绿地竖向控制、径流和倒流控制、生态设施布局和景观配套设计的系统性工程^[16]。对于杨凌示范区绿线控制范围的“海绵化”建设,应根据以下三种类型因地制宜、对症下药:

(1) 自然保护型。以生态公园或风景游览区的模式标准适量开发,片区内大型涝水和径流污染的管控单元。

(2) 环境改善型。按城市公园模式标准适量开发,本地块范围内的雨水控制,满足片区内人防工程的需求及尽力污染控制要求。

(3) 用地控制型。以卫生、隔离和安全防护功能区的模式开发,主要对片区开发用地产生的径流和涝水管控。

4 结 语

“海绵城市”是我国现代城市建设发展的新理念,在全国范围内推广普及已成必然趋势。杨凌农业高新技术产业示范区“十三五”国民经济与社会发展规划纲要提出要创建国家级生态园林城市、森林城市、水生态文明城市,持续改善生态环境,构建城

市绿道、水系网络,让良好生态环境成为人民生活质量的增长点,成为展现杨凌示范区良好形象的发力点。其中在“创建全国水生态文明城市”中指出要按照海绵城市建设理念,将城区建成具有吸水、蓄水和释水功能的海绵体,实现 70% 的降水就地消纳和利用,提高城市防洪排涝减灾能力。希望本文在杨凌示范区海绵城市理念下,通过城市规划建设分析提出的“自然循环、生态为本,城乡一体、试点先行,制度规范、分类指导”三个建设原则和“小区类海绵城市技术模式研究”等六个技术模式在示范区的海绵城市中起到积极的指导作用。

参考文献:

[1] 仇保兴.海绵城市(LID)的内涵、途径与展望[J].给水排水,2015,41(3):1-7.

[2] 俞孔坚,李迪华,袁弘,等.“海绵城市”理论与实践[J].城市规划,2015,39(6):26-36.

[3] 赵璞,胡亚林,吕行.我国城市防洪特点及其应对措施[J].中国防汛抗旱,2013,23(1):22-23.

[4] 陶火生.生态文明建设中的水文明与水哲学[J].自然辩证法研究,2014,30(8):122-127.

[5] 中华人民共和国住房和城乡建设部.海绵城市建设技术指南—低影响开挖雨水系统构建(试行)[M].北京:中国建筑工业出版社,2014.

[6] 财政部,住房城乡建设部,水利部.关于组织申报 2015

年海绵城市建设试点城市的通知:财办建[2015]4号[A].2015-01-20.

[7] 中共杨凌示范区工委,杨凌示范区管委会.关于印发《杨凌农业高新技术产业示范区“十三五”国民经济与社会发展规划纲要》的通知:杨发[2016]9号[A].2016-05-09.

[8] 陈宏亮.基于低影响开发的城市道路雨水系统衔接关系研究[D].北京:北京建筑大学,2013.

[9] 谢瑶.重庆市海绵城市建设技术模式研究[D].重庆:重庆大学,2016.

[10] 陈伟伟,吴晓楷,李自明.城市屋面降雨冲刷污染物变化模型模拟研究[J].水利与建筑工程学报,2017,15(1):48-51.

[11] 张华.韩城市水资源供求态势分析[J].水利与建筑工程学报,2015,13(3):48-51.

[12] 陕西省水资源管理办公室.陕西省水资源手册[Z].西安:陕西省水资源管理办公室,2014.

[13] 卜贵贤,杜旭斌,杨川.再生碎砖骨料混凝土单位用水量的试验研究[J].水利与建筑工程学报,2017,15(3):165-168.

[14] 崔广柏,张其成,湛忠宇,等.海绵城市建设研究进展与若干问题探讨[J].水资源保护,2016,32(2):1-4.

[15] 王晓玲.高校校园雨水收集回用方案设计[J].江苏建筑职业技术学院学报,2017,17(2):65-67.

[16] 廖朝轩,高爱国,黄恩浩.国外雨水管理对我国海绵城市建设的启示[J].水资源保护,2016,32(1):42-45.



(上接第 210 页)

[5] 陈国庆,黄润秋,石豫川,等.基于动态和整体强度折减法的边坡稳定性分析[J].岩石力学与工程学报,2014,33(2):243-256.

[6] 杨柳,汪茜,郑百功.边坡稳定分析方法的研究[J].吉林地质,2013,32(2):103-105.

[7] 刘飞.屈服准则对边坡稳定分析影响的研究[D].长沙:湖南大学,2013:2-4.

[8] 秦帆,王正中.基于有限元强度折减理论的边坡稳定分析方法探讨与改进[J].水利与建筑工程学报,2012,10(1):43-47.

[9] 郭子仪,范振华,朱云升,等.边坡稳定性分析中的有限元极限平衡法[J].武汉理工大学学报(交通科学与工程版),2014,38(1):79-84.

[10] 李连张,张永磊,扈学波.基于 PLAXIS 3D 有限元软件的某坑中坑开挖影响分析[J].地下空间与工程学报,2016,12(S1):254-261,266.

[11] 李小春,袁维,白冰,等.基于局部强度折减法的边坡多滑面分析方法及应用研究[J].岩土力学,2014,

35(3):847-854.

[12] 吴丽君.基于 Plaxis 强度折减法的开挖边坡稳定性分析[J].山西建筑,2012,38(33):80-81.

[13] 周元辅,邓建辉,崔玉龙,等.基于强度折减法的三维边坡失稳判据[J].岩土力学,2014,35(5):1430-1437.

[14] 陈力华,靳晓光.有限元强度折减法中边坡三种失效判据的适用性研究[J].土木工程学报,2012,45(9):136-146.

[15] 张坤勇,杜伟,李广山,等.土质边坡归一化变形量失稳判据研究[J].长江科学院院报,2017,34(10):1-7.

[16] 中交第二公路勘察设计院有限公司.公路路基设计规范:JTG D30—2015[S].北京:人民交通出版社,2015:56-57.

[17] 田利勇,于文华,卢育芳.Plaxis 在板桩结构分析中的应用[J].水运工程,2015(4):194-200.

[18] 公路路基设计规范:JTG D30—2015[S].北京:人民交通出版社,2015.