

文章编号:1001-4179(2015)22-0017-04

# 萍乡市海绵城市发展需求与建设思路初析

曾 金 凤

(江西省赣州市水文局,江西 赣州 341000)

**摘要:**江西省萍乡市是全国第一批 16 个海绵城市试点之一。为将萍乡市建设成生态友好的海绵城市,在认真分析地理、河流、水资源、用水情况等的基础上,提出了萍乡海绵城市建设的思路及重点控制指标。萍乡市海绵城市建设主要从建筑与小区类、公园与广场类、道路管网类、河流湖泊类等项目入手,构建新型的城市低影响开发雨水系统。针对该市海绵城市建设的各类项目,制定了相应的保障、监管与考核措施。

**关 键 词:**海绵城市;水生态文明;径流总量控制;萍乡市

**中图法分类号:** X51

**文献标志码:** A

**DOI:**10.16232/j.cnki.1001-4179.2015.22.004

海绵城市是指城市能够像海绵一样吸水,它突破了传统的“以排为主”的城市雨水管理理念,依托建筑、绿地、广场、道路、水系等多种基础设施,并以之为载体,构建低影响开发雨水系统,解决城市基础设施运行安全和城市水安全问题。

低影响开发(LID)是一种强调通过源头分散的小型控制设施,维持和保护场地自然水文功能、有效缓解不透水面积增加造成的洪峰流量增加、径流系数增大、面源污染负荷加重的城市雨水管理理念,主要通过生物滞留设施、屋顶绿化、植被浅沟、雨水利用等措施来维持开发前原有水文条件,控制径流污染,减少污染排放,实现开发区域可持续水循环<sup>[1]</sup>。

20 世纪 90 年代,美国在马里兰州开始试点实施低影响开发。我国在这方面的探索才刚刚起步<sup>[2-3]</sup>,海绵城市低影响开发的技术体系还远未建立,研究工作也主要集中于对海绵城市政策、理念、技术的解析上<sup>[4-7]</sup>。海绵城市的具体实施方案还在摸索中。

萍乡市地处江西省西南部,为典型山区丘陵、资源枯竭型城市,是全国第一批 16 个海绵试点城市之一<sup>[8]</sup>。本文拟在分析萍乡市水资源存在问题及海绵城市发展需求、建设思路、基本操作程序和保障措施的基础上,探索江南地区城市实施低影响开发的途径。

## 1 研究区域概况

萍乡市是江西省重要的工业城市,位于江西省罗霄山脉北端,国土面积 3 827 km<sup>2</sup>。行政区划为 2 区、3 县。

萍乡市河流分属湘江水系和赣江水系,主要河流有萍水、栗水、草水、袁水、禾水。地形以丘陵地貌为主,山地、丘陵和盆地错落分布。境内植物资源丰富,植被良好,植物种类繁多,森林覆盖率达 63.5%。萍乡市是全国 110 个严重缺水城市之一,兼有资源型、工程型和水质型缺水的特征<sup>[9]</sup>,2013 年,全市人均占有水资源量和万元 GDP 用水量分别为 1 666,105 m<sup>3</sup>,比江西省相应指标低 47.1% 和 43.2%。

此前,萍乡市已经通过了国家节水型社会建设试点城市验收<sup>[10]</sup>,现已开展水生态文明城市试点、生态文明先行示范区建设。

## 2 城市发展需求分析

### 2.1 存在问题

#### 2.1.1 水资源短缺

萍乡市地处湘赣两省分水岭,地势比周边高,储水

收稿日期:2015-07-10

作者简介:曾金凤,女,硕士,主要从事水文水资源监测与管理工作。E-mail:45415116@qq.com

能力差。境内无大江大河,受地形制约,区域内无大型水利设施和输水工程,呈现工程性缺水的局面。且目前城区部分水利设施陈旧,地表降水资源综合利用系数小,雨水调蓄能力不畅。根据《2013 年萍乡市水资源公报》统计分析,2013 年全市总蓄水量 0.52 亿 m<sup>3</sup>,仅占总降水量的 1.05%。

由于地处季风气候区,萍乡市 4~6 月降雨量占全年降雨量的 44.5%,用水量占全年的 20%;7~9 月降雨量占全年的 20%,而用水量占全年的 70%。降水时间与用水时间不一致,加重了水资源的匮乏程度。

此外,该市产业以高耗水的工业为主。根据《2013 年萍乡市水资源公报》统计,2003 年萍乡市第二产业废污水排放量为 19 846 万 t,占全市废水排放总量的 77.1%;总供水能力为 8.37 亿 m<sup>3</sup>,消耗率仅为 12%。水资源利用方式的粗放、水资源调配和监控力度的不足,进一步加剧了水资源紧缺程度。

### 2.1.2 城市内涝问题突出

萍乡市地势西高东低,东、南、北 3 面山地产生的径流均沿萍水河汇入市中心,致使城区短期内径流量激增,超出河流最大的排洪能力,内涝问题较为突出。同时,城市防洪排涝标准偏低,大部分地段只达到防御 10~30 a 一遇洪水标准。城区排水不畅,内涝严重,内涝事件时有发生。

### 2.1.3 水生态环境恶化

中心城区人口和工矿企业比较集中,废污水排放量占全市的 50% 以上,入河废水造成老城区萍水河部分河段受到污染,导致水质变差。水生态环境需进一步改造完善。

## 2.2 需求分析

(1) 保障用水安全。根据《萍乡市水量分配细化研究报告(2011)》,2030 年该市水量分配细化总量为 9.38 亿~13.3 亿 m<sup>3</sup>。随着人口、工业、农业、服务业用水量的激增,据测算,相应年份的需水量为 15.9 亿~19.3 亿 m<sup>3</sup>,水资源供需矛盾突出。萍乡市必须强化蓄水设施,以蓄为主,构建以河、湖、山塘为主体的城市海绵体系,缓解缺水的困境。

(2) 降低城市内涝风险。针对萍乡防洪排涝标准偏低的现状,希望通过海绵城市建设,削减径流峰值流量,延长径流持续时间,达到不同地块径流错峰目的,降低城市内涝风险。同时,促进雨水的积存、渗透和净化,提升城市雨水管渠系统服务能力。

(3) 改善和提升水生态环境。根据《海绵城市建设技术指南—低影响开发雨水系统构建(试行)》<sup>[11]</sup>(以下简称《指南》)要求及理念,要最大限度地保护原

有的河流、湖泊、湿地,维持城市开发前的自然水文特征。通过污水处理设施和合流制管道改造,改善河湖生态系统和水环境质量和水生态环境。

(4) 提升城市基础设施服务水平。按照海绵城市分散化源头控制要求,要大力改造现状小区系统,新建小区严格按标准建设。萍乡市计划通过五丰河、萍水河综合整治等项目,提高了区域整体品质;通过道路的建设改善了城市交通服务水平。

## 3 海绵城市建设思路

### 3.1 控制指标

#### 3.1.1 总体指标

据《指南》要求,低影响开发雨水系统,其目标一般包括径流总量控制、径流峰值控制、径流污染控制和雨水资源化利用等。根据萍乡市的基本情况,从 4 个方面设计了萍乡市海绵城市建设控制指标(表 1)。

表 1 萍乡市海绵城市建设控制指标								%
水生态		水环境质量		水资源		防洪排涝		
降雨滞蓄率	水域面积率	地表水体水质达标率		雨水资源利用率		防洪堤达标率	排涝达标率	
5	6.56	100		12		100	100	
							50 a 一遇	30 a 一遇

具体内容包括:① 日降雨量小于 22.8 mm 时不产生径流;② 示范区河道水质达到Ⅲ类水体要求;③ 雨水资源化利用率为 12%;④ 防洪标准为萍水河主河道 50 a 一遇洪水,其他支流 20 a 一遇洪水;⑤ 排涝标准为 30 a 一遇设计暴雨不成灾,径流总量控制到 75%,内涝防治标准达到 50 a 一遇,城市防洪标准达到 100 a 一遇。

#### 3.1.2 年径流总量控制率分析

年径流总量控制率指标是指通过自然和人工强化的渗透、集蓄、利用、蒸发、蒸腾等方式,场地内累计全年得到控制(不外排)的雨水量占全年总降雨量的比例。

根据低影响开发理念,雨水形成的径流应尽量小,径流系数小于 0.15,即径流总量控制率大于 85%<sup>[12]</sup>。根据降雨、径流资料,结合区域本底特征和开发建设的实际情况,统计计算得出在 75% 径流总量控制率下对应的设计降雨量为 22.8 mm(表 2)。

表 2 萍乡市不同径流总量控制率对应设计降水量			
径流总量控制率/%	设计降水量/mm	径流总量控制率/%	设计降水量/mm
60	14.2	80	27.1
70	19.3	85	33.0
75	22.8		

### 3.2 建设路径

依据《指南》要求,采用源头削减、中途转输、末端调蓄等多种技术手段(图 1),实现萍乡市雨水在城市中正常循环和自然迁移。

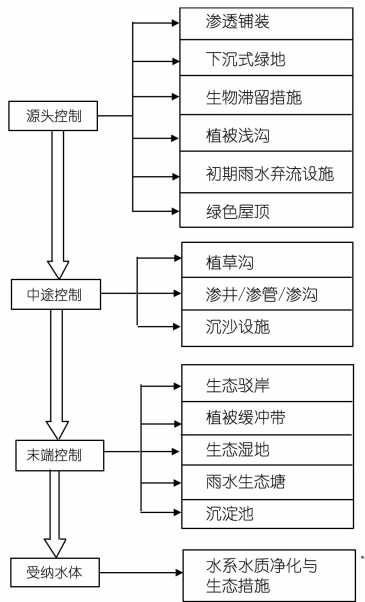


图 1 萍乡市海绵城市建设路径

#### 3.2.1 源头控制

与市政、景观工程相合,以建筑小区、城市道路、绿地与广场为主要控制对象,选择相对小型和分散的单项低影响开发设施及其组合系统,对区域内 22.8 mm 以下的日降雨量进行源头径流削减和净化,实现 22.8 mm 以下日降雨全部滞蓄在区域内,作为回补地下水或回用水等水源。

#### 3.2.2 中途控制

与景观、排水相融合,通过实施植草沟、渗井、渗管、渗沟、沉沙设施等控制措施,构建生态排水与管网排水相结合的排水体系,将超出低影响开发设施处理能力的雨水,由汇水区内低影响开发设施溢流口输送至市政雨水管网,减少地表积水,降低后期雨水中污染物含量。

#### 3.2.3 末端控制

与水生态工程相结合,利用河道绿化带及河岸坑塘、洼地等有利地形构筑生态驳岸、植被缓冲带、生态湿地、雨水生态塘、沉淀池等措施,对萍水河滨岸带、滨河湿地、新区内河渠、坑塘、洼地等水生态工程,经末端控制系统处理后的雨水排入城市地表水系,最终汇入萍水河。

### 3.3 主要载体

水系湿地、绿地广场、城市道路、地块等城市空间

是建设海绵城市,构建低影响开发雨水系统的主要载体。萍乡市海绵城市示范区总面积 32.98 km<sup>2</sup>。按照以河道为骨架轴线、以流域综合整治为依托、以城市开发建设项目为基础的模式,构建线、面、点相结合的低影响开发雨水系统。

#### 3.3.1 建筑与小区

(1) 现状小区的改造。根据《萍乡市海绵城市试点建设三年行动计划》(以下简称《计划》)<sup>[13]</sup>,改造建设项目共 114 个,包括:调蓄池 21.75 hm<sup>2</sup>,透水铺装 36.76 hm<sup>2</sup>,下沉式绿地 80.05 hm<sup>2</sup>,雨水花园 0.91 hm<sup>2</sup>。

(2) 新建小区的建设。对于新建小区,要增加透水铺装、绿色屋顶、下沉式绿地、植草沟、生物滞留池、调蓄池等设施,涉及居住、公建、市政设施 3 种用地共 1 522 m<sup>2</sup>。在实施现状小区改造、新建小区建设时,结合不同区域水文地质、汇水区特征,考虑设施的主要功能、经济性、适用性、景观性等要求,通过渗、透、滞、蓄、排、净、用技术体系,促进雨水的积存、渗透和净化,提升城市雨水管渠系统服务能力,缓解区域内缺水困境。

#### 3.3.2 公园与广场

主要新建和改建 4 大山体自然公园、3 大湿地公园、2 个主题公园、2 个小型山地公园以及秋收起义广场和市民广场 2 个。通过公园与广场的有利地形构筑生态驳岸、植被缓冲带、生态湿地、雨水生态塘、沉淀池,对雨水进行调蓄、削减和净化,达到不同地块径流错峰目的,降低城市内涝风险,丰富城市景观,增强城市生态功能,让城市更加宜居。

#### 3.3.3 河道与湖泊

(1) 开展五丰河(玉湖至萍水河段)、萍水河(示范区内段)、白源河(示范区内段)以及五丰河、鹅湖、萍水河联通等 4 项河道治理工程。

(2) 改造鹅湖、玉湖,新建田中湖、翠湖,进行示范区及周边山塘建设。

(3) 建设 7 处人工调蓄区。通过五丰河、萍水河综合整治等项目,改善河湖生态系统,提升区域整体生态环境品质的同时,最大限度地保护原有的河流、湖泊、湿地,维持城市开发前的自然水文特征。

#### 3.3.4 道路与管网

(1) 排水管道改造、维修,污水处理厂的建设及升级改造,再生水回用。

(2) 道路两侧建造雨水花园或植草沟,人行道透水铺装,雨污分流制改造等。

通过道路的建设、污水处理设施和合流制管道改造,改善河湖生态系统和水环境质量,提供地下补水或

回用水等水源,提升城市交通及基础设施服务水平。

### 3.3.5 推广项目

整治萍水河南延段,建设海绵城市示范体验中心,推广为海绵城市建设、实施江南地区城市低影响开发提供借鉴。

### 3.4 资金投入

根据《计划》,萍乡市海绵城市建设总投资 46.0 亿,其中,2015,2016,2017 年开工项目投资分别为 18.4 亿,23.0 亿,4.6 亿元,完成项目投资分别为 4.39 亿,20.78 亿,20.83 亿元,各项目资金分配为公园广场 17%,现状小区改造 6%,新小区建设 12%,河道建设 15%,湖泊水体建设 13%,调蓄区建设 5%,现状道路改造 9%,新建道路 12%,污水系统建设 6%,推广应用项目 5%。

### 3.5 预期效果

通过渗透、储存、调节、转输、截污、净化等组合技术,构建以河、湖、山塘为主体的城市海绵体系,提升城市雨水管渠系统服务能力和基础设施服务水平,降低城市内涝风险,改善河湖生态系统和水质环境质量,缓解缺水困境,保障用水安全,实现萍乡市由冶金、煤炭化工、煤炭深加工为主导的黑色工矿城市,向新型工业、旅游业、服务业为导向的绿色海绵城市转变,和新型城镇化下城市建设与生态文明的协调发展。

## 4 保障措施

### 4.1 建立监测及信息化平台

建立实施方式、标准化评估指标体系、规范制度三者结合的一体化管控平台(图 2),完成萍乡市海绵城市项目信息的上报,各地块和项目的监测,重要节点的管理和控制,进行信息汇总、统计及分析,实现在线监测设备与监控平台的无缝集成、云服务器、多终端访问、实时报警与考核指标体系构建。

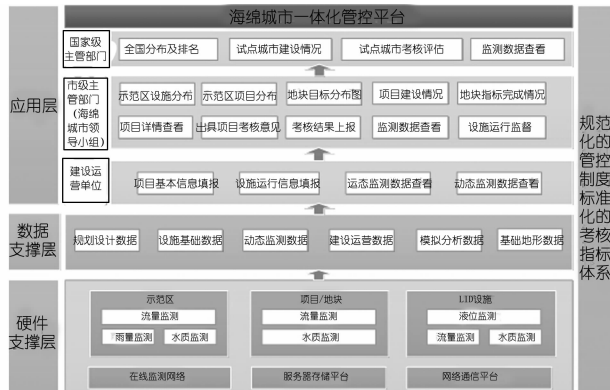


图 2 萍乡市海绵城市一体化管控平台总体框架示意

### 4.2 投资渠道

采用“以政府和社会资本合作模式(PPP 模式)为主,地方政府直接融资为辅”的投融资建设运营模式。海绵城市试点项目需资金 46 亿元。中央专项补贴 12 亿元,地方与社会资本 34 亿元,其中,采用 PPP 模式的项目投资额占总投资额比重为 39%,具体有 TOT 和 DBFO 模式;地方政府直接融资项目占 25.1%。

### 4.3 加强监管考核

建立一整套评估指标体系、一整套标准化软件、一整套硬件支撑体系和一整套管控制度,并将 4 个“一整套”贯穿于规划设计、建设、运营等不同阶段,实现对示范区、项目或地块、具体设施 3 个层次的实时动态监督,做到“看得见、看得清、看得全”,保障海绵城市建设理念的落实与推广。

## 5 结语

本文在分析萍乡城市建设存在问题的基础上,提出萍乡市海绵城市建设的 5 个重点控制指标及 7 方面的主要工程建设内容,从技术、资金、监管 3 方面提出相应的保障措施,可供相关部门的参考。

### 参考文献:

- [1] 吴明华. 海绵城市怎么建?——专访中国海绵城市倡导者、反城乡硬化运动发起人刘波[J]. 决策,2015,(2-3):3-5.
- [2] 刘朝彪,吴相利. 海绵城市构建规划实施策略分析——以哈尔滨市群力雨洪公园为例[J]. 边疆经济与文化,2015,(4):3-5.
- [3] 孙威. 关于海绵城市建设理论的运用与思考——以银川滨河新区黄河外滩公园休闲旅游观光道和木栈道工程景观设计施工为例[J]. 现代园艺,2015,(6):74-76.
- [4] 王国荣,李正兆,张文中,等. 海绵城市理论及其在城市规划中的实践构想[J]. 山西建筑,2014,(12):5-6.
- [5] 周迪. 海绵城市在现代城市建设中的应用研究[J]. 安徽农业科学,2015,(43):174-175.
- [7] 刘强,康晓鹏,翟立晓,等. 北京市雨水控制与利用工程设计规范规划指标解读[J]. 给水排水,2014,(10):84-88.
- [8] 中华人民共和国财政部. 2015 年海绵城市建设试点城市名单公示[J/OL]. 2015,4. [http://jjs.mof.gov.cn/zhengwuxinxi/tongzhigonggao/201504/t20150402\\_1211835.html](http://jjs.mof.gov.cn/zhengwuxinxi/tongzhigonggao/201504/t20150402_1211835.html).
- [9] 傅春,林永钦,谢莉芳,等. 资源型城市协调发展评价研究——以萍乡市为例[J]. 长江流域资源与环境,2010,(10):1185-1190.
- [10] 袁建平. 萍乡市通过国家节水型社会建设试点验收[J/OL]. 2012,3. <http://radio.jxntv.cn/xwzx/2012-3-16/25826.htm>.
- [11] 住房和城乡建设部. 海绵城市建设技术指南——低影响开发雨水系统构建(试行)[R]. 北京:住房和城乡建设部,2014.

(下转第 44 页)

## 6 结 论

(1) 该危岩体的破坏模式为重力作用引起的压致剪切蠕变破坏模式。危岩体的演化具有长期性,破坏具有突然性。在剪切面形成之前,基座具有长期蠕变的特性,从隆起的基座表层可以看出蠕变在持续演化中,当剪切面形成后,危岩体会迅速崩塌。尤其处于暴雨和地震的情况下,危岩体稳定性较差。

(2) 卸荷裂隙是危岩块体形成和破坏决定性因素。由于岩体具有良好的排水条件,后缘很难形成积水,水对危岩体的影响主要表现为使裂隙的物理参数弱化。

(3) 采空区的形成对危岩的演化有明显的促进作用,因为页岩层的采空区呈 U 型,进一步增大了采空区的空间,使采空区对危岩体的影响系数增大。

(4) 由于危岩体方量巨大,构造特殊,破坏能量巨大,常规的栏石网、柔性防护系统、锚杆、挡墙等支护手段已经不能满足治理要求,建议进行特种爆破清除。

## 参考文献:

- [1] 殷坤龙,简文星,周春梅,等. 万州区近水平地层滑坡和堆积体成因机制与防治工程研究[R]. 武汉:中国地质大学,2005,153-154.
- [2] 陈洪凯,唐红梅,胡明,等. 三峡水库区危岩研究及防治新理念[J]. 中国地质灾害与防治学报,2004,15(增1):27-32.
- [3] 董好刚,陈立德,黄长生. 三峡库区云阳-江津段危岩形成的影响因素及稳定性评价[J]. 工程地质学报,2010,18(5):645-650.
- [4] 杨帆,赵其华,孙赤,等. 非单一失稳模式危岩体的稳定性分析[J]. 人民长江,2013,(S2):52-54.
- [5] 黄润秋,王士天,张倬元,等. 中国西南地壳浅表层动力学过程与工程环境效应研究[M]. 成都:四川大学出版社,2002.
- [6] 黄达,黄润秋,周江平,等. 雅砻江锦屏一级水电站坝区右岸高位边坡危岩体稳定性研究[J]. 岩石力学与工程学报,2007,(01):175-181.
- [7] 李果,黄润秋,巨能攀,等. 软弱基座型滑坡震裂机理研究[J]. 工程地质学报,2011,19(5):712-718.
- [8] 何潇,陈洪凯,唐红梅. 长江三峡巫峡岸坡望霞危岩发育机理研究[J]. 人民长江,2014,(12):49-53.
- [9] 王高峰,王洪德,薛星桥,等. 基于指数平滑法的危岩体变形破坏预测研究[J]. 人民长江,2012,(17):35-38.

(编辑:赵凤超)

## Research on evolution process of dangerous rock mass of soft foundation with horizontal stratum

ZHOU Xin, JU Nengpan, ZHANG Xiaomin

(State Key Laboratory of Geohazard Prevention and Geoenvironment Protection, Chengdu University of Technology, Chengdu 610059, China)

**Abstract:** In the case of No. 29 dangerous rock mass of Zhenziyan, based on the field investigation and analysis, UDEC discrete element digital calculation model is established and used to simulate and analyze the evolution process of the rock mass. The research shows that under huge self-gravity, the cliff outside the foundation is vertical and steep with free face, and the foundation rock mass is characterized as soft and fractured, so the compression rheology and shear rheology occurred, which would cause the shear failure of the foundation and increase the risk of rock collapse.

**Key words:** dangerous rock mass; rheology; UDEC; numerical simulation; evolution process

(上接第 20 页)

- [12] 鞠茂森. 关于海绵城市建设理念、技术和政策问题的思考[J]. 水利发展研究,2015,(3):7-10.

-2017 年)[Z]. 萍乡:萍乡市人民政府,2015,5.

(编辑:常汉生)

- [13] 萍乡市人民政府. 萍乡市海绵城市试点建设三年行动计划(2015

## Preliminary analysis of development demands and construction thoughts of sponge city of Pingxiang City

ZENG Jinfeng

(Ganzhou Municipal Hydrology Bureau of Jiangxi Province, Ganzhou 341000, China)

**Abstract:** Pingxiang City of Jiangxi Province is among the first batch of pilot sponge cities (16 in total) in China. To build Pingxiang City into an environment-friendly sponge city, on the basis of the analysis on the geography, rivers, water resources and water utilization etc., the thoughts and key control indexes for building the sponge city are put forward, and the construction will start from the structures and residential area, parks and squares, roads and pipe network, rivers and lakes etc., so as to construct a new and low-impact urban developing rainwater system. Aiming at the various construction projects, the correspondent measures of guarantee, monitoring and check etc. are put forward.

**Key words:** sponge city; water ecological civilization; total runoff control; Pingxiang City