

DOI:10. 3880/j. issn. 1004 - 6933. 2017. 05. 014

城市径流总量控制指标分解及实现路径探索与实践

李明怡

(北京清华同衡规划设计研究院有限公司生态城市研究所,北京 100085)

摘要:针对海绵城市径流总量控制目标,提出一种在城市规划体系中控制性详细规划和修建性详细规划阶段分解落实年径流总量控制率的方法。在控制性详细规划阶段分解径流总量控制指标时,分步骤先后确定各项低影响开发措施的面积率和下沉深度;在修建性详细规划阶段,配合径流总量控制指标分解结果,给出适宜的各项低影响开发措施的技术实施导则,以保证各单项指标的正确实施,并以某项目为例介绍了技术实施导则的构建方法。

关键词:城市规划;径流总量控制;年径流总量控制率;分解方法;实施导则

中图分类号:TV213.4 文献标志码:A 文章编号:1004 - 6933(2017)00 - 0081 - 05

Exploration and practice regarding decomposition and implementation of urban total runoff control index

LI Mingyi

(Department of Sustainable City Planning, Beijing Tsighua Tongeng Urban Planning & Design Institute, Beijing 100085, China)

Abstract: Aiming at the total runoff control target of sponge city, a method of decomposing and implementing the annual total runoff volume control rate is proposed in the stage of regulatory plan and constructive-detailed plan of urban planning. In the regulatory stage, the size and subsidence depth of each low impact development measure are determined step by step. In the constructive-detailed plan stage, the technique implementation guidelines fit for each low impact development measurement are suggested to be given in correspondence to the annual runoff volume control target in order to ensure the correct implementation of every single index. A certain project is taken as an example to illustrate the construction method of the technical implementation guidelines.

Key words: urban planning; total runoff volume control; annual total runoff volume control rate;decomposition method; implementation guidelines

2013 年末习近平总书记在中央城镇化工作会议上发表了“加强海绵城市建设”的讲话,建设自然积存、自然渗透、自然净化的“海绵城市”成为我国未来城市建设和发展的重要工作内容,是实现城镇化和环境资源协调发展的重要体现。2014 年 10 月,住房与城乡建设部组织编制的《海绵城市建设技术指南——低影响开发雨水系统构建(试行)》(以下简称《指南》)发布实施,其中提出了重要的控制指标——城市年径流总量控制率,给出了我国大

陆地区年径流总量控制率分区图,成了海绵城市建设的重要目标和在城市规划过程中需要落实的重要指标。《指南》中也强调应在城市总体规划中增加年径流总量控制率指标,在控制性详细规划中分解城市总体规划中提出的控制指标,如各地块的单位面积控制容积、下沉式绿地率及其下沉深度、透水铺装率、绿色屋顶率等控制指标,作为纳入地块规划设计要点,并作为土地开发建设的规划设计条件。修建性详细规划中,结合道路、绿地、竖向等相关专业,

作者简介:李明怡(1987—),女,工程师,主要从事城乡规划与设计研究。E-mail:limingyi_scri@163.com

落实具体的低影响开发设施的类型和布局,指导地块开发建设。

配合径流总量控制指标,《指南》中同时给出了指标分解方法,车伍等^[1-2]解读海绵城市建设指南时重点详细阐述了城市径流总量控制指标的分解方法。分解方法的核心是试算分解,流量法计算调蓄容积的公式 $V = 10H\Psi F$ (其中 V 为调蓄容积, m^3 ; H 为设计降雨量, mm ; Ψ 为径流系数; F 为汇水面积, hm^2) 是应用的主要公式。分解结果不仅能得出指导地块开发的透水铺装率、下沉式绿地率等单项控制指标,还能够给出通过试算和加权平均得出的各地块的设计降雨量和年径流总量控制率,可以放到控规图则作为地块的约束性指标。但是对于还没有形成完善便捷的计算工具的单位来说,试算的过程比较复杂,也比较耗时,并且对于没有水文和水利学基础的规划人员来说更有难度。本研究试图结合相关案例,在保证规划区整体年径流总量控制目标的前提下,探索一种简化的指标分解方法,并结合分解结果,明确实现的技术路径和方法。

1 原则与依据

径流总量控制主要通过土壤的下渗、植被的滞留和调蓄设施的存储实现。很多低影响开发措施不只是具有单一的下渗或滞留的功能,而是多功能兼具,如渗透塘,不仅能促进雨水下渗,还有一定的存储功能。因此调蓄容积公式中,调蓄容积 V 和径流系数 Ψ 都与低影响开发措施的组合和规模有关系,从而导致径流总量控制指标的分解是一个复杂的多组合试算过程。

假设能够先确定一个大概的综合径流系数的合理值,再根据汇水面积和通过查年径流总量控制率分区图得出的设计降雨量,就能得出相应的调蓄容积。综合径流系数由不同下垫面类型的面积进行加权平均得出,即与低影响开发措施的面积有关,而与其下沉的深度关系不大。在《指南》中明确给出了单项控制指标应包括下沉式绿地率和下沉深度,下沉式绿地率为广义的下沉式绿地面积与绿地总面积的比,广义的下沉式绿地泛指具有一定调蓄容积(在以径流总量控制为目标进行目标分解或设计计算时,不包括调节容积)的可用于调蓄径流雨水的绿地,包括生物滞留设施、渗透塘、湿塘、雨水湿地等。根据王文亮等^[2]对径流总量控制指标的解读,广义的下沉式绿地因接纳客水,其雨量径流系数可取为 1。由此可见,先根据地块的开发强度、绿地率、地形等其他场地限制条件,提出适用的低影响开发措施,即先确定单项指标中与面积有关的下沉式

绿地率、透水铺装率和绿色屋顶率等,由此确定场地综合径流系数,然后根据调蓄容积公式确定还需要的调蓄容积,根据容积 V 确定下沉式绿地需要的下沉深度,也可以实现年径流总量控制目标。

2 径流总量控制指标分解方法

步骤 1:根据《指南》中给出的我国大陆地区年径流总量控制率分区图和项目所在地区,确定年径流总量控制目标 and 设计降雨量 H 。

步骤 2:结合项目具体情况,如各地块的用地性质、功能定位、建筑密度、绿地率和规划设计方案等条件,初步制定可行的低影响开发措施组合方案及各措施的占地面积。

步骤 3:根据 $\Psi = \sum F_i \Psi_i / \sum F_i$ 计算各地块的综合径流系数,其中 Ψ_i 为第 i 类汇水面的雨量径流系数,取值可参考相关研究或《指南》^[3-4],下沉式绿地雨量径流系数取 1^[2] (这里指广义的下沉式绿地,且不包括下沉深度小于 100 mm 的地块), F_i 为 i 类汇水面的面积, hm^2 。

步骤 4:利用步骤 1 查得的结果和步骤 3 计算的结果,根据式 $V = 10H\Psi F$ 计算达到径流总量控制目标还需要的调蓄体积。其中 F 为汇水单元面积,可以是各地块,也可以是由几个地块组成的汇水单元。

步骤 5:利用步骤 4 的计算结果,根据 V/F , 确定控制容积。

步骤 6:根据步骤 2 选择的低影响开发措施组合,利用公式 $h = V/A$ 将步骤 4 的计算结果转化成下沉式绿地需要下沉的深度,其中 A 为在地形条件或景观需求等条件约束下可有一定蓄水深度的下沉式绿地的面积,可以有一种或几种措施组合,如雨水塘、人工湿地、多功能调蓄设施等,当有两种及两种以上下沉式绿地时,其总蓄水体体积能满足步骤 4 计算结果即可。

3 案例分析

3.1 项目概况

项目位于安徽省池州市天堂湖新区,总面积 11.24 km^2 。天堂湖新区 2012 年 11 月被住房和城乡建设部正式批准为“国家级绿色生态示范城区”,成为安徽省唯一一个国家绿色生态示范城区。为实现科学规划管理、落实相关技术措施,2013 年 9 月当地规划部门委托北京清华同衡规划设计研究院编制控制性详细规划绿色生态专题和指标体系及技术实施导则。规划区场地内水系发达,除水域外主要用

地类型有居住用地、公共管理与公共服务设施用地、商业服务业设施用地、交通设施用地、公用设施用地和绿地(图 1)。为贯彻低影响开发原则,维持场地自然水文功能,在控制性详细规划绿色生态专题中基于水生态格局分析,提出了低影响开发控制分区和方案,在指标体系中提出了径流总量控制指标和低影响开发单项指标,并将单项指标落实到控规图则中。为保证指标的顺利落实和低影响开发系统的有效组织,编制了低影响开发技术实施导则,指导各种单项措施的设计、建设和运行维护。

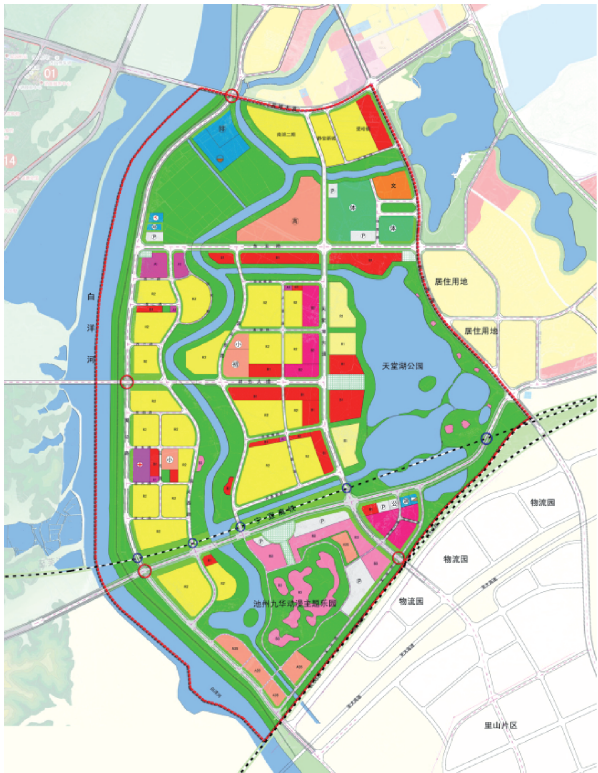


图 1 项目规划方案

3.2 指标分解

根据池州年均降雨量,参考潘国庆等^[5]对中国部分城市设计降雨量的研究,提出了项目所在地设计降雨量为 33 mm,对应年径流总量控制率能达到 80% 以上。根据《指南》中给出的我国大陆地区年径流总量控制率分区图,确定径流总量控制目标,再根据李俊奇等^[6]对于降雨径流总量控制目标区域划分的研究确定对应的设计降雨量。

结合项目用地性质,针对除绿地和水域之外的地块初步拟定低影响开发方案及相应措施的面积(表 1)。表 1 只提出措施组合和面积率,没有明确下沉深度,因此只体现低影响开发措施的滞留和下渗功能,决定综合径流系数,不体现蓄水功能,下沉深度后续再确定。根据 $\Psi = \sum F_i \Psi_i / \sum F_i$ 计算各地块的综合径流系数均在 0.5 左右(《城市排水(雨水)防涝综合规划编制大纲》中要求新建地区综合径流系数一般宜控制不超过 0.5)。

根据分解方法中步骤 4、5 和 6,对各地块径流总量控制指标进行分解,部分地块计算结果见表 2。其中总蓄水容积为各地块在表 1 中提出的低影响开发措施及面积率的基础上还需要的蓄水容积,根据此容积和下沉式绿地的面积计算各地块中下沉式绿地需要的下沉深度。根据下沉深度可推荐分散式的低影响开发措施,即狭义的下沉式绿地,此类绿地特指以草皮为主要植物、下凹深度较浅的下沉式绿地,下凹深度小于 200 mm^[1]。

3.3 技术实施导则

径流总量控制指标可在地块尺度量化分解,通

表 1 低影响开发措施组合

地块类型		绿地率 < 30%	绿地率 ≥ 30%
建筑	新建居住建筑屋顶绿化率不少于 15%,新建公共建筑不少于 20%	新建公共建筑屋顶绿化率不少于 20%	
绿地	下沉式绿地率达到 40%	下沉式绿地率达到 30%	
停车场	LID 措施面积率为 15% ~ 20% 其余硬化面积中至少 50% 做成透水砖或植草砖	LID 措施面积率达到 6% ~ 9% 其余硬化面积中至少 50% 做成透水砖或植草砖	
道路	人行道、非机动车道及广场的透水铺装率达到 70%	人行道、非机动车道及广场的透水铺装率达到 50%	

表 2 部分地块指标分解

地块编号	用地性质	用地面积/ hm ²	绿地率 /%	透水铺装率/ %	下沉式 绿地率/ %	综合雨 量径流 系数	设计 降雨量/ mm	年径流总 量控制率/ %	总蓄水 容积/ m ³	下沉 深度/ m	控制 容积/ (m ³ · hm ⁻²)
TD-02-04	居住用地	5.09	35	50	30	0.5	33	≥ 80	839.9	0.157	165
TD-05-19	商业服务设施 用地	6.92	30	50	30	0.5	33	≥ 80	1 141.8	0.183	165
TD-02-17	公共管理与公共 服务设施用地	3.60	25	70	40	0.5	33	≥ 80	594	0.165	165
...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...

过各种低影响开发措施的组合实现,这其中各种措施之间的衔接以及低影响开发措施与道路系统、市政管道系统的衔接至关重要,只有各环节衔接到位,构成系统高效的地表径流管理系统才能真正实现径流控制目标。另外各单项措施的工程细节以及参数控制也直接影响其功能的发挥,因此,为保证径流总量控制指标的实现,项目中配合提出的低影响开发方案制定了低影响开发技术实施导则,从建筑物、小区绿地系统、停车场、道路、公园等不同尺度构建完整的自然排水系统(图 2),并给出每个尺度推荐使用的低影响开发措施及其基本技术要求,如建筑尺度适宜用屋顶绿化、断接技术、植草沟和下凹式绿地组合处理屋面径流,其系统衔接如图 3 所示,其中植草沟适宜纵向坡度为 1% ~ 5%,适宜横断面宽度为 0.5 ~ 2.0 m,最短长度为不小于 30 m,草的适宜高度为 50 ~ 150 mm 等^[7-9]。

对于硬化面积比较大的停车场,建议设置一定比例的绿地,以净化处理停车场的径流污染,绿地率宜在 10% 左右,绿地结合停车场单元划分分散布置,每个停车单元布置一条独立的植草沟,形状类似“工”字或“T”字^[10](图 4),植草沟末端与渗蓄措施如雨水花园相连,单独使用植草沟时,设置溢流口,使雨水能顺利排放至雨水管道(图 5)。

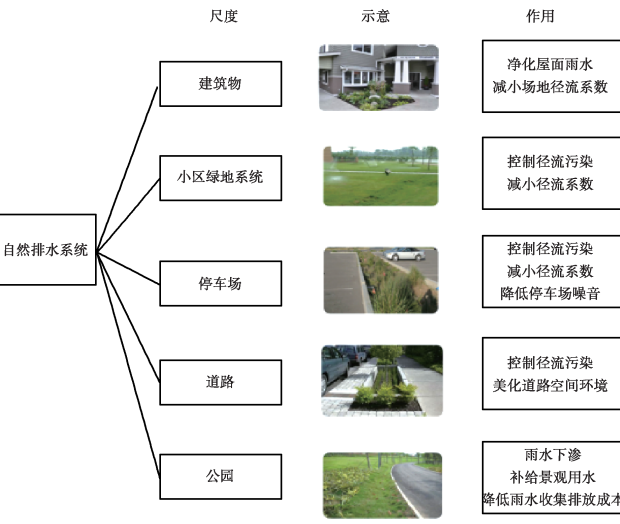


图 2 低影响开发技术实施导则框架

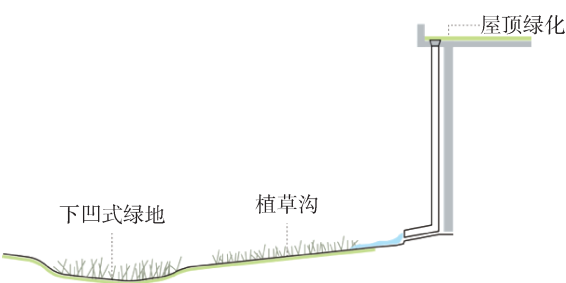


图 3 “屋顶绿化 + 植草沟 + 下凹式绿地”示意图

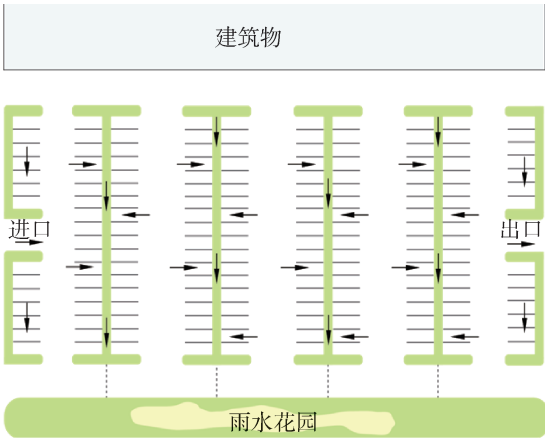


图 4 停车场低影响开发措施平面图



图 5 停车场低影响开发措施示意图

4 结 语

城市规划的控制性详细规划和修建性详细规划是分解落实年径流总量控制率、实现年径流总量控制目标的关键环节。在控制性详细规划阶段分解径流总量控制指标时可以先根据地块的开发强度、绿地率、地形等场地限制条件,提出适用且可行的低影响开发措施组合,然后分步骤先后确定各项措施的面积率和下沉深度,即先确定单项指标中与面积有关的下沉式绿地率、透水铺装率和绿色屋顶率等,由此确定场地综合径流系数,然后根据 $V = 10H\psi F$ 确定还需要的调蓄容积,根据调蓄容积确定下沉式绿地需要的下沉深度,从而避免同时确定单项控制指标的面积率和下沉深度时需要不断地试算调整单项控制指标的过程。在修建性详细规划阶段,建议结合项目所在地的气候、降雨、土壤渗透性等特点,配合径流总量控制指标分解结果,给出适宜当地条件的各项低影响开发措施的技术实施导则,以保证各单项指标的正确实施,形成真正运行有效的地表径流管理系统。

本文提出的径流总量控制指标分解方法的优点是能够较快地给出分解结果,明确地块各项低影响开发措施的单项控制指标,但是无法分别给出各地

块的设计降雨量和年径流总量控制率,这两个指标只能给出研究范围内整体的综合指标,因此本方法不适用于需要在控制性详细规划图则中分别给出各地块设计降雨量和年径流总量控制率这两个指标的项目。

参考文献:

[1] 车伍,赵杨,李俊奇,等. 海绵城市建设指南解读之基本概念与综合目标[J]. 中国给水排水,2015,31(8):1-5. (CHE Wu,ZHAO Yang,LI Junqi,et al. Explanation of sponge city development technical guide: basic concepts and comprehensive goals [J]. China Water & Wastewater, 2015,31(8):1-5. (in Chinese))

[2] 王文亮,李俊奇,车伍,等. 海绵城市建设指南解读之城市径流总量控制指标[J]. 中国给水排水,2015,31(8):18-23. (WANG Wenliang,LI Junqi,CHE Wu, et al. Explanation of sponge city development technical guide: planning index for urban total runoff volume capture[J]. China Water & Wastewater, 2015,31(8):18-23. (in Chinese))

[3] 建筑与小区雨水利用工程技术规范编制组. 建筑与小区雨水利用工程技术规范实施指南[M]. 北京:中国建筑工业出版社,2007:35-36.

[4] 王哲,谢杰,谢强,等. 透水铺装地面滞蓄净化城镇雨水径流研究进展[J]. 环境科学与技术,2013,36(12):138-143. (WANG Zhe,XIE Jie,XIE Qiang, et al. Advances on the research of the detention and purification of urban stormwater runoff by permeable paving[J]. Environmental Science & Technology, 2013,36(12):138-143. (in Chinese))

[5] 潘国庆,车伍,李俊奇,等. 中国城市径流污染控制量及其设计降雨量[J]. 中国给水排水,2008,24(22):25-29. (PAN Guoqing,CHE Wu,LI Junqi,et al. Urban runoff pollution control quantity and its design rainfall in China[J]. China Water & Wastewater, 2008,24(22):25-29. (in Chinese))

[6] 李俊奇,王文亮,车伍,等. 海绵城市建设指南解读之降雨径流总量控制目标区域划分[J]. 中国给水排水,2015,31(8):6-12. (LI Junqi,WANG Wenliang,CHE Wu,et al. Explanation of sponge city development technical guide: regional division for total rainfall runoff volume capture target [J]. China Water & Wastewater, 2015,31(8):6-12. (in Chinese))

[7] 车伍,李俊奇. 城市雨水利用技术与管理[M]. 北京:中国建筑工业出版社,2006:118-119.

[8] 张炜,车伍,李俊奇,等. 植被浅沟在城市雨水利用系统中的应用[J]. 给水排水,2006,32(8):33-37. (ZHANG Wei,CHE Wu,LI Junqi, et al. The application of glassed swales in urban stormwater utilization system[J]. Water & Wastewater Engineering, 2006,32(8):33-37. (in Chinese))

[9] 王健,尹炜,叶闽,等. 植草沟技术在面源污染控制中的研究进展[J]. 环境科学与技术,2011,34(5):90-94. (WANG Jian,YIN Wei,YE Min, et al. Advance on grassed swales technology in non-point source pollution control [J]. Environmental Science & Technology,2011,34(5):90-94. (in Chinese))

[10] 李金丽. 我国城市停车场雨水径流污染及控制研究[D]. 北京:北京建筑工程学院,2012.

(收稿日期:2016-10-20 编辑:徐 娟)

(上接第 41 页)

[9] 水利水电规划设计总院. 全国河道(湖泊)岸线利用管理规划技术细则[R]. 北京:水利水电规划设计总院,2008.

[10] 夏继红,严忠民. 生态河岸带综合评价理论与修复技术[M]. 北京:中国水利水电出版社,2009.

[11] 许伟. 多功能视角下的上海市岸线资源适宜性评价研究[J]. 上海国土资源,2016,37(1):14-18. (XU Wei. Suitability evaluation of the coastline resources in Shanghai from a multifunction perspective [J]. Shanghai Land & Resources,2016,37(1):14-18. (in Chinese))

[12] 胡可可. 桐乡市河湖管护体制机制的创新[J]. 水资源保护,2016,32(5):38-41. (HU Keke. System and mechanism innovation for management and protection of rivers and lakes in Tongxiang City [J]. Water Resources Protection,2016,32(5):38-41. (in Chinese))

[13] 张瑞美,陈献,张献锋. 河湖水域岸线管理的法规制度

需求与主要实现途径分析:河湖水域岸线管理的法律制度建设研究之二[J]. 水利发展研究,2013,13(4):26-29. (ZHANG Ruimei,CHEN Xian,ZHANG Xianfeng. Demand of law and rules of aquatic riparian lines and their implement: establishment of law and rules of aquatic riparian lines (II) [J]. Water Resources Development, 2013,13(4):26-29. (in Chinese))

[14] 吴晓青,王国钢,都晓岩,等. 大陆海岸自然岸线保护与管理对策探析:以山东省为例[J]. 海洋开发与管理,2017(3):29-32. (WU Xiaoqing,WANG Guogang,DU Xiaoyan,et al. The protection and management measures of natural coastline in mainland coast [J]. Ocean Development and Management, 2017(3):29-32. (in Chinese))

(收稿日期:2017-03-14 编辑:徐 娟)