

# 成都市双流县海绵城市建设的控制性详细规划响应

□ 魏 婷, 阮 晨, 付韵潮

**【摘要】**近年来,海绵城市的规划建设受到了规划界越来越多的关注,而如何将海绵城市理念融入到城市规划的各个部分是值得研究的重点。基于此,文章以成都市双流县城市拓展区为例,从编制流程、编制内容两方面梳理和总结出一套在控制性详细规划中落实海绵城市的方法,最终形成“量化海绵城市规划目标—构建海绵生态格局—规划灰色、绿色雨水传输廊道—引导灰色、绿色海绵基础设施及产流用地布局—构建海绵城市控制指标体系”的融入海绵城市理念的控制性详细规划编制流程,并从规划目标、土地使用控制、公共服务设施规划、综合交通及竖向控制规划、绿地水系景观体系规划、市政工程规划、综合防灾规划和海绵城市专章等方面完善及优化了融入海绵城市理念的控制性详细规划编制内容,以期对相关规划提供参考。

**【关键词】**海绵城市;控制性详细规划;编制流程;编制内容

**【文章编号】**1006-0022(2017)09-0058-06 **【中图分类号】**TU984 **【文献标识码】**B

**【引文格式】**魏婷,阮晨,付韵潮.成都市双流县海绵城市建设的控制性详细规划响应[J].规划师,2017(9):58-63.

Regulatory Planning Response For Sponge City In Shuangliu County, Chengdu City/Wei Ting, Ruan Chen, Fu Yunchao

**【Abstract】**In recent years, sponge city has get more and more attention, how to integrate sponge city into urban planning is the research focus. The paper takes the extension area of Shuangliu county, Chengdu city as an example, bases on the formulation process and content of regulatory planning, summarizes the implementation measure, and forms a plan formulation process that “quantifies the construction goal of sponge city, constructs gray and green rain transfer corridor, guides the layout of basic facilities and runoff land, constructs the control index system”, improves the plan formulation content from plan target, land-use control, public service facility planning, comprehensive transportation and vertical control planning, greenbelt and water system planning, municipal engineering planning, comprehensive disaster prevention planning, and the complementary section of sponge city.

**【Key words】**Sponge city, Regulatory planning, Formulation process, Formulation content

## 0 引言

为有效缓解城市内涝、削减城市径流污染负荷、节约水资源、保护和改善城市生态环境,国家层面提出了海绵城市理念,并明确“规划引领的重要性”<sup>[1]</sup>。贾馥冬<sup>[2]</sup>、赵志勇<sup>[3]</sup>、吕伟娅<sup>[4]</sup>和陈小龙<sup>[5]</sup>等学者均在规划层面探索了如何实践海绵城市。

目前涉及海绵城市建设的规划研究案例较少,且主要集中于具体项目案例,并未系统地从事编制角度总结融入海绵城市理念的控制性详细规划编制方法。本文以成都市双流县城市拓展区为例,从控制性详细规划的编制流程和编制内容两方面对海绵城市建

设进行探讨,以期总结出较为系统、可以推广的海绵城市构建方法。

## 1 控制性详细规划阶段落实海绵城市理念的作用及思路

### 1.1 控制性详细规划阶段落实海绵城市理念的作用

控制性详细规划以土地使用控制为重点,详细规定建设用地性质、使用强度和空间环境,作为城市规划管理的依据,并指导修建性详细规划的编制。

在控制性详细规划中落实海绵城市理念,对于后

**【作者简介】**魏 婷,硕士,助理工程师,现任职于成都市规划设计研究院。

阮 晨,硕士,高级工程师,成都市规划设计研究院二所所长、总工程师。

付韵潮,硕士,工程师,四川省建筑设计研究院绿色建筑研究中心主任助理。

续海绵城市的法定性审批及科学有序推进起到决定性作用。具体来说,在控制性详细规划阶段,应预留大型设施的实施空间;遵循上层次规划目标,根据海绵城市建设策略合理优化用地布局;结合功能布局,分解和明确各地块低影响开发的主要控制指标,通过指标控制提高规划的可操作性<sup>[1]</sup>。

## 1.2 控制性详细规划阶段进行海绵城市建设的思路

控制性详细规划体系主要由编制流程与编制内容构成,其中编制流程涵盖规划设计及指标控制两方面;编制内容包括用地布局规划、综合交通规划、公共服务设施规划、绿地水系规划、市政工程规划和综合防灾规划等。控制性详细规划应从编制流程、编制内容两大方面响应海绵城市理念(图1):首先,梳理常规控制性详细规划的编制流程,结合《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》)对海绵城市构建的要求,总结在控制性详细规划中系统性构建海绵城市的流程;其次,结合以上编制流程,考虑编制内容在哪些方面应作出调整和补充。

## 2 融入海绵城市理念的控制性详细规划编制流程与编制内容

### 2.1 控制性详细规划编制流程

要将海绵城市理念融入控制性详细

规划,既要遵循降雨汇流过程,也要结合控制性详细规划的编制流程。

常规的降雨汇流过程为:雨水降落至各地块表面并下渗至地下,当降雨强度超过土壤渗入强度后就会产生地表径流,采用管网系统收集这些地表径流,并就近汇流至湖区(调蓄)或河网(汇流),进入河网的雨水沿着河网向下游干流推进。

控制性详细规划的编制流程为:首先,明确规划原则、目标与定位;其次,制定总体规划结构,进行多方案比较(一般包含产业结构、空间结构和生态结构);再次,构建路网格局,形成用地布局初步方案,完善公建配套、市政配套及道路交通方案,并形成用地布局细化方案;最后,建立规划控制体系,明确强制性、引导性控制指标。

综上所述,降雨汇流过程是从微观到宏观,而控制性详细规划的编制流程是从宏观到微观,因此要将海绵城市理念融入规划编制流程,就需要将雨水管控策略转变为从宏观到微观的流程,才能与规划编制流程完成衔接。基于以上分析,本文得出融入海绵城市理念的控制性详细规划编制流程如下(图2):首先,在明确规划原则、目标阶段,应同步提出海绵城市规划目标,并转化为可量化的控制目标;其次,在制定总体规划结构阶段,应构建起海绵生态格局,保留山、水、林、田、湖等海绵基底;再次,在构建路网格局阶段,应合理规

划灰色、绿色雨水传输廊道,打通雨水汇流次级通道,同时应结合功能分区对灰色、绿色海绵基础设施及产流用地布局进行引导,优化海绵局部结构;最后,应基于用地布局细化方案分解海绵城市控制指标,达到海绵城市规划目标,实现用地的低影响开发。以下本文将对各编制流程的目的和做法进行详细阐述。

#### (1) 量化海绵城市规划目标。

在规划之初融入海绵城市理念,并将其转化为可分解、量化的目标。海绵城市规划目标的提出要符合相关标准、要求,并充分考虑规划区的特点。

#### (2) 构建海绵生态格局。

在海绵城市建设过程中进行保护性开发,保护城市原有水生态系统,保持原有湖泊、湿地、河道和沟渠等自然水文生态元素,使规划区具有涵养水源、调蓄洪峰等作用,维护海绵城市的水安全底线。

在具体规划中,可利用软件模拟等手段识别出主要的汇流、蓄水路径,对其进行保留或保护性开发,以引导后续规划布局。

#### (3) 规划灰色、绿色雨水传输廊道。

在构建路网格局的同时,应合理规划灰色、绿色雨水传输廊道,这是因为地表径流汇流进入主干河网主要依靠管网、支流水系等灰色、绿色传输通道,而其主要依附于路网而存在。因此,协调好道路系统与河网的关系是使雨水顺利汇入河网的关键。

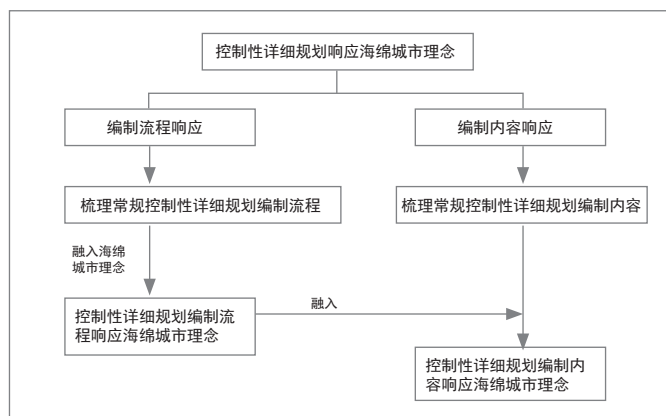


图1 控制性详细规划响应海绵城市理念的路线图

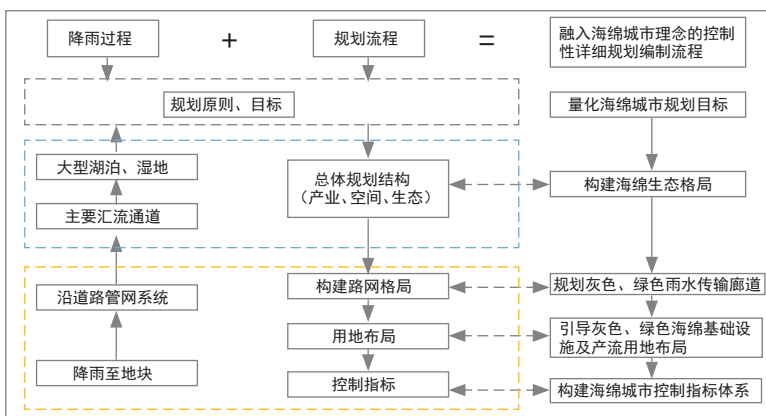


图2 融入海绵城市理念的控制性详细规划编制流程示意图

在具体规划中，应梳理水网与路网体系的关系，在兼顾规划区域交通与汇水功能的前提下，总结出适宜的布局模式，并将其应用于规划区水网、路网布局中。同时，应进行竖向分析，保障管网汇流。

(4) 引导灰色、绿色海绵基础设施及产流用地布局。

由于不同的用地布局方式产生径流

的差别较大，应结合功能分区对灰色、绿色海绵基础设施及产流用地布局进行引导。在城市土地使用对水环境的影响方面，学界已有较多实证研究<sup>[6-7]</sup>，这些研究发现，随着城市的发展，土地使用方式的转变使得城市下垫面特性发生较大变化，因而显著改变了城市的自然水文过程。由于不同土地使用强度、土地覆盖类型对水文过程有着不同的影

响，而相同功能分区有着相同的主导用地性质，具有相似的布局特征、用水特点，对其进行总结、分类引导，有利于各功能区的水文优化。

在具体规划中，应结合功能分区主导用地的产流特点，对用地细化、海绵设施布局进行分类引导，以控制用地的产流。

(5) 构建海绵城市控制指标体系。

表1 融入海绵城市理念的控制性详细规划编制内容一览<sup>[8]</sup>

控制性详细规划主题	控制性详细规划编制内容	主要用途
规划目标	突出绿色生态、海绵城市等相关内容，在规划指标体系中纳入径流总量控制率等量化目标	落实海绵城市规划目标
土地使用控制	将雨洪易淹没区域、水敏感度较高的区域布局为湖区或绿地；保持城市水系结构的完整性，保障主要汇流廊道的布局，优化城市河湖水系布局；结合功能区划分优化产流用地布局	构建海绵生态格局；引导产流用地布局
公共服务设施规划	基于水文分析，优先将海绵设施结合公共服务设施进行设置，保障分散的雨水滞留空间	落实灰色、绿色海绵基础设施
综合交通及竖向控制规划	针对路网交通功能、汇流功能优化道路布局及竖向布局，使地表径流有效汇入城市水系，以及雨水管渠系统与城市水系有效衔接；针对各等级道路提出低影响开发控制要求，将低影响开发的理念融入道路设计中	落实灰色、绿色雨水传输廊道；通过竖向规划满足汇流要求
绿地水系景观体系规划	合理划定蓝线，落实水系保护要求，保证水系空间；确保绿地与周边汇水区域有效衔接	构建海绵生态格局
市政工程规划	明确雨水资源化利用目标及方式；保障城市传统雨水管渠系统、低影响开发系统及超标雨水径流排放系统的有效衔接	落实灰色雨水传输廊道
综合防灾规划	根据防洪防涝标准，结合海绵城市水文分析，对各级河道提出具体防洪标准	构建海绵生态格局
海绵城市专章	通过对海绵城市控制目标进行系统性的分解，构建起规划指标体系，并纳入控制性详细规划图则	落实海绵城市控制指标

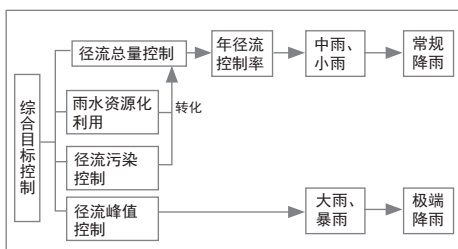


图3 海绵城市规划目标分析图

表2 规划河道断面统计<sup>[9]</sup>

河道分类	渠道底宽要求 /m	有效深度要求 /m	
一类河道	1 渠、2 渠、3 渠、4 渠、5 渠、7 渠、9 渠、10 渠、11 渠	≥ 4	≥ 2
二类河道	二支渠、三支渠、排洪渠道、6 渠	≥ 6	≥ 3
三类河道	杨柳河	≥ 18	≥ 5

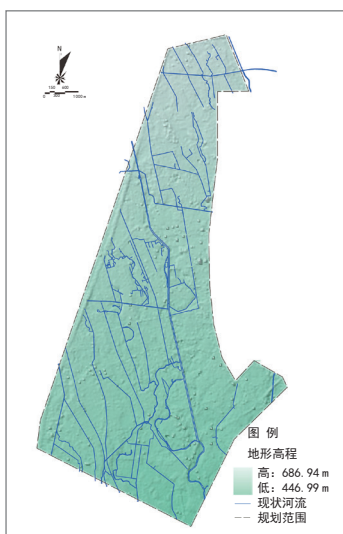


图4 水系、地形现状图

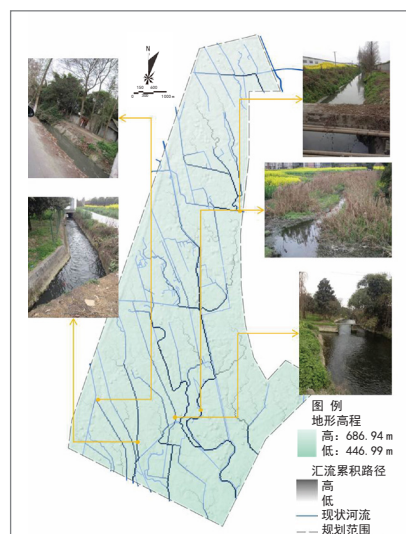


图5 汇流廊道分析图



图6 河道规划图

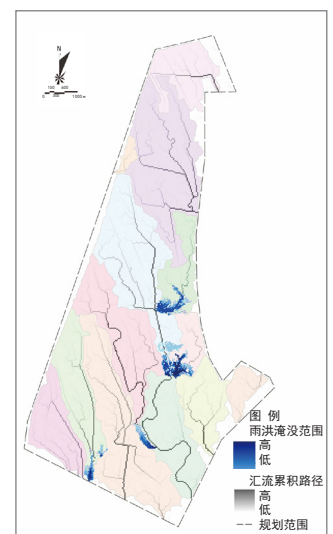


图7 雨洪淹没范围示意图

通过以上流程, 规划构建起了平面的海绵城市, 怎样使海绵城市有深度、能吸水呢? 这就需要调动起每块用地进行吸水、储水。因此, 需将海绵城市规划目标分解为各地块的强制性控制指标, 切实落实用地的低影响开发。

## 2.2 控制性详细规划编制内容

上文已梳理出融入海绵城市理念的控制性详细规划编制流程, 要将海绵城市理念落地, 还需在编制内容方面做出响应, 以指导规划管控。具体措施如下: 在传统规划编制内容的基础上, 将原有涉及海绵城市建设的内容进行调整、优化, 并补充对海绵城市构建有重要作用的内容; 结合《指南》对海绵城市构建的新要求, 从规划目标、土地使用控制、公共服务设施规划、综合交通及竖向控制规划、绿地水系景观体系规划、市政工程规划和综合防灾规划等传统规划编制内容响应海绵城市建设, 同时补充海绵城市专章, 以落实用地指标等, 完善海绵城市规划编制内容(表1)。

## 3 案例: 以成都市双流县城市拓展区控制性详细规划为例构建海绵城市

### 3.1 量化海绵城市规划目标

规划区位于成都市双流县城西侧, 面积为 47 km<sup>2</sup>, 地处川西盆地的成都平原腹心地带, 以浅丘和平坝地形为主, 平均地坡为千分之三, 地势平坦。规划区属于杨柳河流域, 据资料记载, 洪涝威胁较大。规划区现状非城市建设用地面积约占总面积的 70.65%, 现状可渗性较高, 但其作为双流县的城市拓展区, 在发展过程中城市建设用地将大规模增加, 并将进一步加剧杨柳河的洪涝灾害, 因此需通过建设海绵城市来维持下垫面的高可渗性, 降低洪涝风险。

《指南》对海绵城市建设提出了径流总量控制、径流峰值控制、径流污染控制及雨水资源化利用四大目标, 其中径流污染控制目标和雨水资源化利用目



图8 湖区规划图



图10 路网与水系布局图



图11 道路竖向规划图

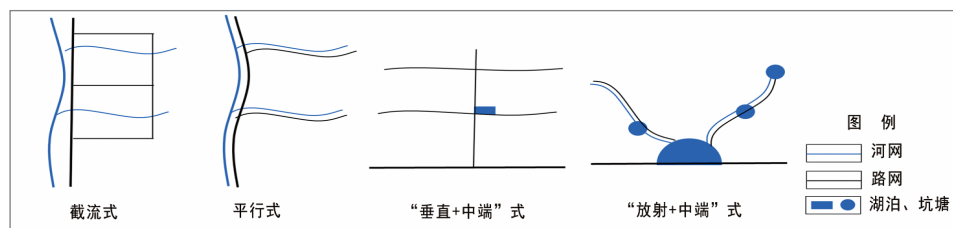


图9 道路与水系湿地布局模式示意图

表3 道路与水系湿地布局模式总结

组合模式	适用区域	布局模式
截流式	水网较丰富、交通流量较大的区域	水系自由, 方格路网
平行式	水网较丰富、道路景观性较强的区域	路网沿水系布局的自由模式
“垂直+中端”式	水系较少、交通流量较大的区域	方格路网节点湖区
“放射+中端”式	水系较少、中心感较强的区域	放射路网节点湖区

标大多可通过径流总量控制得以实现。径流总量控制的量化指标为年径流控制率, 主要通过控制频率较高的中雨、小雨类常规降雨事件得以实现; 径流峰值控制主要针对大雨、暴雨类极端降雨事件。依据《指南》, 可以将海绵城市规划目标总结为控制常规降雨以实现径流总量控制、径流污染控制和雨水资源化利用目标; 控制极端降雨以实现径流峰值控制目标(图3)。

本次规划目标主要为针对常规降雨、极端降雨的两级控制<sup>[9]</sup>。对于常规降雨控制, 根据《指南》中的控制分区(II区, 径流总量控制率为80%~85%), 结合规划区城市水系上游的特点, 规划取径流总量控制率为82%, 对应控制的降雨量为35.6 mm(根据成都市30年的降雨资料得出)<sup>[9]</sup>; 对于极端降雨控制, 根据

规划区的排涝目标(针对50年一遇降雨)及成都市暴雨强度公式, 计算得出应控制的降雨量为100.93 mm/2h<sup>[9]</sup>。

### 3.2 构建海绵生态格局

在构建双流县城市拓展区的规划结构时, 规划保护原有的汇流路径、蓄水区域, 并量化其在50年一遇暴雨情况下(降雨量为100.93 mm/2h)的汇流、调蓄要求, 进行测算校核<sup>[9]</sup>。

汇流路径的保护措施如下: 基于规划区地形地貌及原生水系(图4), 利用ArcSWAT模型模拟地表径流的自然累积路径(图5), 并通过现场调研, 保留排涝作用较强的河道及沟渠, 将其落实于控制性详细规划的用地布局中(图6)。同时, 结合河道断面现状, 分析不同断面河道的过流能力<sup>[9]</sup>, 基于极端降雨控

制目标, 提出不同级别河道的断面控制要求(表2)。

蓄水区域的保护措施如下: 根据无源淹没法, 利用 ArcGIS 模拟出 50 年一遇暴雨条件下各流域雨洪淹没范围(图7); 在将雨洪淹没范围内的用地设置为湖区及绿地(保留建筑所在用地、已出让用地保留原有用地性质)的基础上, 结合用地亲水性及景观需求设置为多个串联于杨柳河上的小湖区(图8)。

同时, 规划对湖区的防洪库容进行校验, 保证其能够容纳 50 年一遇降雨带来的径流量。

### 3.3 规划灰色、绿色雨水传输廊道

合理规划灰色、绿色雨水传输廊道, 保障雨水汇流次级通道, 主要问题是兼顾路网的交通功能以及水系、管网的汇水功能。基于此, 规划梳理了路网布局、水系布局的要素, 其中路网布局的

主要模式可以总结为规整型(方格、环形等)、自由型; 水系布局的要素主要包括自由水网和节点型湖泊坑塘。规划采用对路网交通功能与汇流廊道水文功能进行“双评估”的方式, 借鉴相关研究成果<sup>[10]</sup>, 总结出道路与水系湿地的布局模式及其适用性(图9, 表3), 并将布局模式应用于规划区道路系统与水系规划中(图10)。

为使地表径流有效汇入城市水系, 要求将雨水管渠系统和城市水系进行合理衔接<sup>[11]</sup>。因此, 需对规划区的道路竖向进行分析(图11), 使规划区既能充分利用现有地形地貌保持原地表水的流向, 又能保证现状道路、河道及建成区的合理衔接。

表4 海绵城市理念引导下的不同功能分区产流控制

功能分区	特点	措施
公共中心	用地集约、公共活动较多、地下空间利用较多、景观性要求较高; 中水回用的可能性较大	设置景观性调蓄湖体、加密景观性水网密度、增加绿色屋顶比例
工业区	城市边缘、存在初雨隐患; 中水回用的可能性较大	采用高效集中的雨水调蓄设施(蓄水池)
居住片区	公共活动较多	设置具有调蓄功能的开敞空间(绿地)、增加分散小规模资源化利用措施

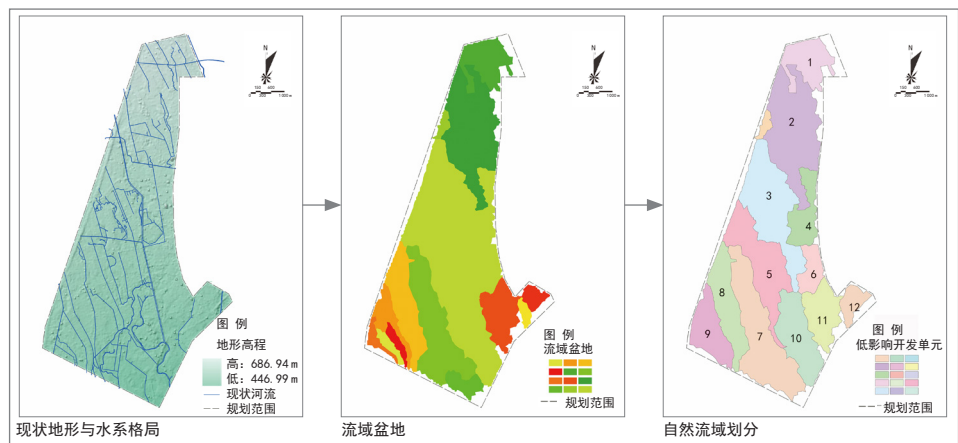


图13 低影响开发单元划分示意图

### 3.4 引导产流用地布局

结合规划区主要功能分区(图12), 规划总结出各功能分区的产流特点, 并据此对用地布局的进一步细化、海绵设施布局进行分类引导, 以控制各功能分区的产流(表4)。

### 3.5 构建海绵城市控制指标体系

在构建融入海绵城市理念的用地布局后, 要保证量化的海绵城市规划目标能够切实落地, 还需要通过用地的海绵城市控制指标体系进行控制。规划遵循“一片地对一片天”的控制策略, 以自然流域单元为基础, 结合用地现状及规划路网, 划分了低影响开发单元(图13, 图14)。同时, 规划要求在各低影响开发单元内控制常规降雨(35.6 mm), 使得雨水径流在相对小的范围内得以控制, 达到控制效果、效率更优<sup>[12-13]</sup>。此外, 考虑到各低影响开发单元内的用地差异性, 规划结合各单元的关键影响因素对其进行分类(图15, 表5), 并对其进行因地制宜的控制。

本次规划的低影响开发指标基准值采用前人研究的经验值<sup>[14-15]</sup>, 并针对不同单元的特征, 根据各单元消纳常规降雨产生的径流量(35.6 mm), 以保证可

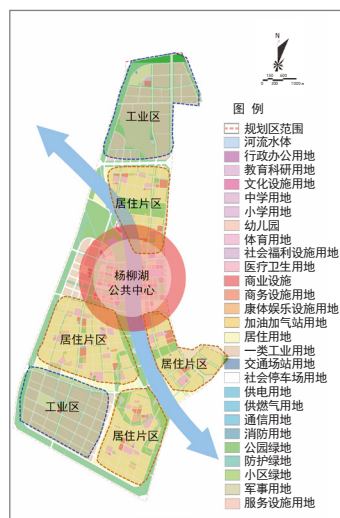


图12 规划区主要功能分区图

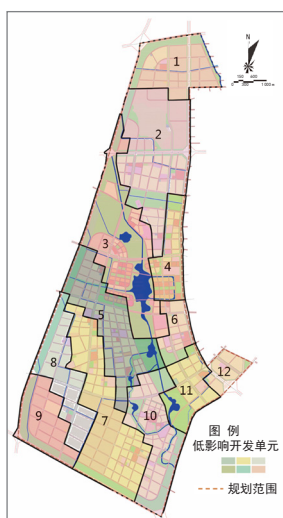


图14 修正后的低影响开发单元示意图

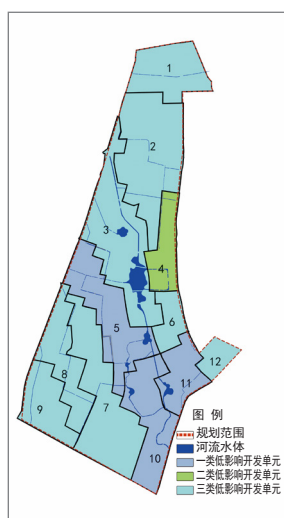


图15 低影响开发单元分类图

表 5 低影响开发单元分类

流域分类	流域名称
一类低影响开发单元 (25%以上用地为绿地)	低影响开发单元 5、10、11
二类低影响开发单元 (30%以上用地为商业服务业设施用地 + 公共管理与公共服务设施用地)	低影响开发单元 4
三类低影响开发单元 (其余类型)	低影响开发单元 1、2、3、6、7、8、9、12

表 6 低影响开发单元控制指标一览

用地代码	用地分类	透水铺装建设比例 / %	下沉式绿地建设比例 / %	绿色屋顶建设比例 / %	低影响开发单元类型
R	居住用地	≥ 90	≥ 60	≥ 20	一、二、三类
A	公共管理与公共服务设施用地	≥ 70	≥ 60	≥ 20	一、三类
B	商业服务业设施用地	≥ 70	≥ 40	≥ 40	二类
		≥ 30	≥ 40	≥ 20	一、三类
		≥ 30	≥ 30	≥ 40	二类
M	工业用地	≥ 60	≥ 60	≥ 20	一、二、三类
S	交通设施用地	≥ 30	≥ 0	≥ 20	一、二、三类
U	公用设施用地	≥ 30	≥ 0	≥ 20	一、二、三类
G1	绿地	—	≥ 25	—	一类
		—	≥ 20	—	二、三类
G3	广场	≥ 90	—	—	一、二、三类

实施性 (指标低限值不高于前人研究的低限经验值) 的原则对低影响开发指标进行修正, 最终构建了应用于不同低影响开发单元、不同用地、不同措施的控制指标体系 (表 6)。经测算, 应用低影响开发指标进行控制后, 各低影响开发单元均能将常规降雨产生的径流控制在单元内。

#### 4 结语

城市规划的顶层设计及实施管控是指导海绵城市建设的重要依据, 而城市规划是一项系统工程, 如何合理地将海绵城市理念融入到城市规划的各个部分是研究的重点。

本文从控制性详细规划的编制流程、编制内容两方面探讨海绵城市的建设, 同时以成都市双流县城市拓展区为例, 梳理出较为系统、可以推广的融入海绵城市理念的控制性详细规划编制流程, 并针对现行控制性详细规划编制体系总结出可积极响应海绵城市理念的规

划编制内容, 以补充现行控制性详细规划编制体系缺失的内容。然而, 海绵城市建设不仅涉及到控制性详细规划编制, 还应充分考虑其与总体规划、海绵城市专项规划、修建性详细规划的衔接。此外, 规划管理对于保障海绵城市建设具有十分重要的作用, 下一步应积极探索相关政策和职能部门对于海绵城市建设的具体作用机制。

#### [参考文献]

[1] 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) [S]. 2014.

[2] 贾馥冬, 杨雪伦. 海绵城市的规划探索——以天津滨海新区为例 [J]. 城市, 2015(10): 44-47.

[3] 赵志勇, 莫铠, 向文艳. 海绵城市规划设计思路: 以永定河生态新区为例 [J]. 中国给水排水, 2015(31): 111-118.

[4] 吕伟娅, 管益龙, 张金戈, 等. 绿色生态城区海绵城市建设规划设计思路探讨 [J]. 中国园林, 2015(6): 16-20.

[5] 陈小龙, 赵冬泉, 盛政, 等. 海绵城市规划系统的开发与应用 [J]. 中国给水

排水, 2015(31): 121-125.

[6] 颜文涛, 周勤, 叶林. 城市土地使用规划与水环境效应: 研究综述 [J]. 重庆师范大学学报: 自然科学版, 2014(31): 35-41.

[7] Alberti M, Booth D, Hill K, et al. The Impact of Urban Pattern on Aquatic Ecosystems: An Empirical Analysis in Puget Lowland Sub-Basins [J]. Landscape and Urban Planning, 2007(3): 345-361.

[8] 刘云佳. 规划管控是海绵城市建设的核心——访中国城市规划设计研究院水务与工程院院长张全 [J]. 城市住宅, 2015(9): 19-22.

[9] 魏婷. 应对不同降雨的海绵城市规划方法探讨——以成都市双流县城市拓展区控制性详细规划为例 [J]. 城市规划, 2016(3): 83-88.

[10] 高洋. 水敏性城市设计在我国的应用研究 [D]. 哈尔滨: 哈尔滨工业大学, 2012.

[11] 仝贺, 王建龙, 车伍, 等. 基于海绵城市理念的城市规划方法探讨 [J]. 南方建筑, 2015(4): 108-114.

[12] 廖胤希. 城市流域雨水多设施与建成环境一体化系统设计与应用 [D]. 天津: 天津大学, 2010.

[13] 宋云, 俞孔坚. 构建城市雨洪管理系统的景观规划途径——以威海市为例 [J]. 城市问题, 2007(8): 64-70.

[14] 丁年, 李子富, 胡爱兵, 等. 深圳前海合作区低影响开发目标及实现途径 [J]. 中国给水排水, 2013(22): 7-10.

[15] 丁年, 胡爱兵, 任心欣. 城市排水防涝综合规划中雨水径流控制目标及方法研究 [C] // 城乡治理与规划改革——2014中国城市规划年会论文集, 2014.

[收稿日期] 2017-05-10;

[修回日期] 2017-08-10