

文章编号:1672-9331(2021)02-0009-08

# 岳阳市某海绵城市道路系统降雨径流分析与评价

李 盛<sup>1</sup>, 秦 苗<sup>1</sup>, 刘 萌<sup>1</sup>, 许 可<sup>2</sup>

(1. 长沙理工大学 道路灾变防治及交通安全教育部工程研究中心, 湖南 长沙 410114;

2. 岳阳市公路桥梁基建总公司, 湖南 岳阳 414000)

**摘 要:** 为解决城市内涝、缺水和水污染问题, 结合工程所在区域的自然地理条件与现有低影响开发设施, 提出了适用于岳阳市得胜北路海绵城市建设的整体规划方案。收集岳阳市近 30 a 的降雨资料, 对岳阳市暴雨强度公式进行改进, 并对年径流总量控制率进行评价和分析。研究表明: 改进后的暴雨强度公式计算值与实测值之间相对误差的绝对值大部分小于 5%; 实体工程下沉式绿地的实际调蓄容积满足岳阳市海绵城市建设设计调蓄容积的要求; 海绵城市系统可促进雨水下渗及在干旱时存储雨水, 发挥“渗水”与“储水”功能。

**关键词:** 海绵城市; 道路工程; 暴雨强度; 低影响开发; 年径流总量控制率

**中图分类号:** U416

**文献标志码:** A

## Analysis and evaluation of rainfall runoff of a sponge city road system in Yueyang City

LI Sheng<sup>1</sup>, QIN Miao<sup>1</sup>, LIU Meng<sup>1</sup>, XU Ke<sup>2</sup>

(1. Engineering Research Center of Catastrophic Prophylaxis and Treatment of Road & Traffic Safety of Ministry of Education, Changsha University of Science & Technology, Changsha 410114, China; 2. Yueyang City Highway Bridge Foundation Construction Corporation, Yueyang 414000, China)

**Abstract:** In order to solve the problems of urban waterlogging, water shortage and water pollution, combined with the natural geographical conditions and the existing low-impact development facilities of the project area, the overall plan scheme for the sponge city construction of Desheng North Road in Yueyang City was proposed. Collecting rainfall data of Yueyang City in recent 30 a, the rainstorm intensity formula of Yueyang City was improved, and the total annual runoff control rate was evaluated and analyzed. The research results show that the absolute values of the relative errors between the values calculated by the improved rainstorm intensity formula and the measured values are mostly less than 5%. The actual storage volume of the sinking green space of the physical project meets the requirement of design storage volume for Yueyang City sponge city construction. The system can promote the rainwater infiltration and store rainwater during drought, performing the functions of "water seepage" and "water storage".

**Key words:** sponge city; road engineering; rainstorm intensity; low-impact development; total annual runoff control rate

**收稿日期:** 2020-10-24

**基金项目:** 国家重点研发计划项目(2018YFB1600200); 国家自然科学基金资助项目(51878076); 长沙理工大学道路灾变防治及交通安全教育部工程研究中心开放基金资助项目(kfj180402)

**通讯作者:** 李 盛(1980—), 男, 教授, 主要从事道路工程方面的研究。E-mail: lishengttt@163.com

近年来,随着极端气候的频繁出现、道路占地面积越来越大而地下排水系统建设相对落后,我国城市普遍存在内涝和缺水问题<sup>[1-3]</sup>。据相关统计,自2000年以来,我国平均每年发生200多起不同程度的城市内涝灾害,造成了严重的经济损失,对人民生命安全也构成了严重的威胁,城市内涝已成为目前应重点解决的问题<sup>[4-5]</sup>。除此之外,城镇化进程加快,但基础绿化却未与之同步,地表不透水面积比例日渐增大,城市“热岛效应”随之出现<sup>[6]</sup>。道路硬化铺装过多导致地表渗透性能下降、雨水径流排放增加,道路雨水在无初期截污处理的情况下下渗或直排,污染了城市水质。为解决城市内涝及缺水问题,近年来城市道路海绵设计在我国有了越来越多的实体工程应用。而国外早在20世纪60年代就开始了海绵城市建设,如美国的最佳管理措施和低影响开发、英国的可持续排水系统、澳大利亚的水敏感性城市设计、新西兰的低影响城市设计与开发<sup>[7]</sup>。城市暴雨强度公式是计算暴雨地面径流和确定排水设计流量的基本依据,我国对于暴雨强度公式的研究主要集中在样本、频率分布模型选择及参数拟合等方面<sup>[8]</sup>。我国各地现行的暴雨强度公式所依据的大多为20世纪80年代左右的降雨资料,观测资料已不能较好地反映当前的暴雨特征<sup>[9-12]</sup>。艾志生等<sup>[13]</sup>在采用长系列降雨数据优化暴雨强度公式的基础上,将历史公式与近年降雨数据相结合,得出了新的暴雨强度公式。李莉等<sup>[14]</sup>利用Excel的规划求解功能,优化了皮尔逊-III型分布曲线的拟合参数,分别利用基于规划求解的最小二乘法和高斯牛顿法推求暴雨强度公式,并对其拟合精度和误差进行了对比分析。

海绵城市系统目前在国内外应用较广,但构架还不够成熟。本研究依托岳阳市得胜北路实体工程,采用海绵城市建设理念,参考现有雨水利用方式,结合实际情况,提出了该区域海绵城市建设的整体规划方案;结合岳阳市气象部门收集的雨水资料,在给定的设计重现期和降雨历时条件下,改进原有的暴雨强度公式;计算出综合雨量径流系数、年径流总量控制率等指标,计算年径流总量

控制率为70%时低影响开发设施的设计调蓄容积,并验证其是否满足要求,评价海绵城市系统对雨水径流的处置效果,这对采用低影响开发设施的海绵城市系统在城市道路实体工程中的应用具有一定的指导价值。

## 1 海绵城市构建理念

### 1.1 海绵城市道路与传统道路的区别

传统城市道路的硬化铺装面积约占道路总面积的75%,绿化面积约占25%,道路透水铺装率不足30%,雨水井多位于机动车道或非机动车道上,且路缘石及道路绿化带高出路面10~20 cm,雨水口仅能收集到路面雨水,随后这些雨水被排入市政雨水管网,无法实现雨水的有效利用。这种“路面横坡、纵坡收集雨水—雨水口—市政雨水管网”以及硬化铺装为主的土地利用模式,凸显出传统城市道路的很多问题:①传统道路的雨水排放方式为雨水通过径流直接由市政管网排出,道路绿地无法储存雨水,致使大部分雨水资源浪费。②在传统道路雨水排放模式下,雨水冲刷速度过快,道路由于自身的功能属性,雨水径流中伴随有尾气排放、轮胎制动、敞式运输、车辆扬尘、部件磨损及油分渗漏等产生的污染物,路面径流在无初期雨水处理的情况下直接排放或下渗,对周围水系和地下水环境造成污染。③传统城市道路采用单一的“灰色”建设方案,使得城市绿化面积减少,由此产生了一系列的问题,如城市“热岛效应”、噪声污染、土地资源占用过多等,这些都对城市生态环境及居民生活产生了一定的影响。此外,道路绿化带中的植被常年依赖人工灌溉,加大了市政水资源的负担,加剧了水资源短缺。

海绵城市道路采用低影响开发(low-impact development, LID)技术,对超标雨水径流排放进行控制,可以有效解决道路雨水排放问题,改善城市道路水文环境。本研究从设计理念、目标、实施效果等方面总结了传统城市道路与海绵城市道路的区别,结果如表1所示。

表 1 海绵城市道路与传统道路的区别

Table 1 Difference between sponge city roads and traditional roads

项目	海绵城市道路	传统城市道路
设计目标	多方面进行雨水径流总量、径流峰值和径流污染的控制	单一排水,“以排为主、利用滞后”
设计理念	雨水部分通过 LID 设施下渗入土体,部分排入雨水管,经净化处理后,最终排入水体	从雨水口直排进入雨水管网
路面	透水铺装	硬化铺装
路缘石	豁口路缘石、间隔式立沿石、路缘石打孔	立沿石/平沿石
雨水口	在绿化带,高程介于路面和绿地之间	在机动车道或非机动车道上
路肩边沟	采用植草沟,具有下渗、转输、净化功能	普通边沟
道路绿带	低于路面,具有净化、存储功能,入渗能力较强	高于路面,无净化、存储功能,入渗能力差
停车场	采用 LID 措施,结合周边绿地进行雨水净化、存储、下渗	用雨水口排水
广场	采用 LID 措施,结合周边绿地进行雨水净化、存储、下渗	用雨水口和绿化设施排水
实施效果	入渗较多,能有效控制径流量,控制径流污染,管理维护较简单,景观性好	入渗少,管网压力大,径流污染严重,维护管理复杂

1.2 海绵城市道路与低影响开发的关系

海绵城市道路并不单指 LID 技术。当前制约海绵城市建设的一个主要原因是混淆了海绵城市与低影响开发,将二者等同,从而忽略了从整体出发多角度解决问题。海绵城市建设包括低影响开发、超标雨水径流排放及城市雨水管渠 3 个系统,这 3 个系统并不孤立,三者相互补充。低影响开发系统的作用首先是保持城市原有的生态系统,保护湖泊、池塘、湿地和沟渠等水文生态区,低影响开发是海绵城市建设的基本要求;其次是生态恢复,在传统的城市道路建设的基础上,采用低影响开发手段修复受损的水体等生态区域,保留一定的生态空间。

在建设海绵城市道路时,通过各种低影响开发设施来实现其雨水处理功能。因此,必须利用好各种低影响开发设施,同时,也不能忽视传统道路的灰色建设,将灰色与绿色相结合,共同构建海绵城市道路系统。海绵城市道路在具体实施时,应以传统城市道路为基础,在不影响行车安全和道路功能的前提下,按照实际需求合理选用各种低影响开发设施。

2 实体工程海绵城市系统设计

2.1 工程概况

得胜北路位于岳阳市东风湖新区,北起建设

北路,南止枫桥湖路,是东风湖片区规划中的一条城市次干道,大致呈南北走向,全长约 806.351 m,道路红线宽度 35 m,计算行车速度为 40 km/h。据岳阳市气象站资料显示,该地区多年平均降雨量为 1 439.1 mm,其中 5—10 月平均降雨量为 805.5 mm,占多年平均降雨量的 55.97%,最大 15 日累积降雨量为 703.7 mm。项目所在区域地理位置和气候特殊,洪涝灾害频发,且具有高洪水位发生次数增多、持续时间增长的特点。

2.2 道路设计

得胜北路海绵城市建设理念主要体现在人行道透水铺装和下沉式绿地设计两方面。海绵城市的建设应结合道路红线内外绿地空间、道路纵坡、路拱、标准横断面、市政雨水系统布局等,充分利用已有条件进行合理设计。本项目采用人行道透水铺装、下沉式绿地等措施,以满足海绵城市建设控制指标的要求。

路面雨水经侧石开口分散汇入下沉式绿地。在下沉式绿地设置溢流式雨水口,在下沉式绿地蓄水饱和后雨水经溢流式雨水口排入雨水管网。人行道采用透水混凝土铺装方式。通过以上措施可减少城市地表径流。得胜北路标准横断面及路拱设计如图 1 和图 2 所示。





土壤层、200 g/m<sup>2</sup> 透水土工布、30 cm 碎石层、400 g/m<sup>2</sup> 两布一膜防透水土工布、密实路基。蓄水改良层的改良方式为:在普通种植土中加入 5% 的树皮,初步过滤雨水,并持续为植被提供水源及有机养分,防止土壤板结;采用开挖回填的方式在生态树池中种植乔木,生态树池的回填土可选用 75% 普通种植土+20% 椰糠+5% 腐殖土的组合。

## 2.4 海绵城市后期的维护管理

如果下沉式绿地内的积水时间超过 48 h,说明下沉式绿地不能正常排水,须进行维护管理。先除去已堵塞的覆盖层,然后使用平底铲铲去表面 50 mm 的介质,重新铺上覆盖层,定时添加过滤介质。在得胜北路海绵系统建设完成后,生态滞留带需要定期保养,以确保它们长期发挥作用。海绵设施的维护频率如表 2 所示。

表 2 海绵设施的维护频率

Table 2 Maintenance frequency of sponge facilities

维护项目	每月维护次数			
	1	6	12	60
除杂草,更换枯萎植物,消除有害生物	✓			
清理沉砂井、溢流井四周垃圾	✓			
检查溢流口是否被堵塞,清除沉淀物	✓			
在长时间干旱期对植被进行监控、浇水	✓			
修剪、打薄		✓		
覆盖物补给(前三个生长季)		✓		
清除沉淀物,检查过滤介质积水、堵塞情况		✓		
清除溢流井内的淤泥		✓		
覆盖物补给(前三个生长季后)			✓	
刮去并换铺顶部 100 mm 的土壤和覆盖物				✓
更换过滤层或过滤介质				✓

## 3 海绵城市雨水径流分析

收集岳阳市近 30 a 的雨水资料,改进原有暴雨强度公式,对年径流总量控制率进行计算分析,验证在进行海绵城市设计后该区域的年径流总量控制率是否满足设计要求。

### 3.1 岳阳市暴雨强度公式的推算

岳阳市现行的暴雨强度公式是根据岳阳市气象台 1971—1991 年和 1954 年(特大暴雨年份)的

降雨资料推导出来的,具体计算式如下所示:

$$q = \frac{1\,507.91(1 + 0.184\,568\lg P)}{(t + 6)^{(0.634\,7 - 0.048\,2\lg P)}}, P \geq 2 \quad (1)$$

式中: $P$  为重现期,a; $q$  为暴雨强度,L/(s·hm<sup>2</sup>); $t$  为降雨历时,min。

因原来的暴雨强度公式年份较久,由其计算得到的暴雨强度不具有代表性。本研究通过重新收集岳阳市气象站 1984—2013 年共 30 a 的雨水资料,采用年最大值法选样对原有暴雨强度公式进行改进。降雨历时采用 5,10,15,20,30,45,60,90,120,180 min 共 10 个历时,每年每个历时选择 8 个降雨量最大值,然后将所有降雨量从大到小依次排列,选择其中最大的 90 个降雨量作为统计的基本数据。暴雨重现期按 2,3,5,10,20,30,50,100 a 统计,采用皮尔逊-III 型分布曲线和耿贝尔分布曲线进行计算,得到包含暴雨重现期的改进暴雨强度公式如下:

$$q = \frac{1\,201.291(1 + 0.819\lg P)}{(t + 7.3)^{0.589}}, P \geq 2 \quad (2)$$

结合岳阳市气象部门收集的暴雨强度实测资料,在给定的设计重现期和降雨历时条件下,将现行和改进暴雨强度公式计算出的暴雨强度值与实测值进行比较,求得两种计算值相对于实测值的误差,计算结果如表 3 和表 4 所示。

由表 3 可知,在设计重现期为 2~100 a 内,由改进暴雨强度公式计算出的暴雨强度值与实测值之间相对误差的绝对值大部分小于 5%,而由现行暴雨强度公式计算出的暴雨强度值与实测值之间相对误差的绝对值大部分大于 10%。说明相较于现行暴雨强度公式,改进暴雨强度公式的计算值更加接近实测值。

将暴雨强度值的相对误差记作  $C$ ,若  $C$  值为正,说明计算所得的暴雨强度值比实测值大;若  $C$  值为负,则计算所得的暴雨强度值比实测值小。由表 4 可知, $C_{\text{改进}} - C_{\text{现行}}$  大部分为正,说明岳阳市改进暴雨强度公式比现行暴雨强度公式更安全。根据改进与现行暴雨强度公式的比较,可知近年来岳阳市的降雨强度较过去有增大的趋势。岳阳市现行设计中的重现期  $P$  一般取 3 a。综上所述,改进暴雨强度公式的计算结果比现行暴雨强度公式的更符合实际情况。

表 3 暴雨强度计算值的相对误差

Table 3 Relative error of calculated values of rainstorm intensity %

重现 期/a	相对 误差	下列降雨历时(min)对应的暴雨强度计算值的相对误差									
		5	10	15	20	30	45	60	90	120	180
2	C <sub>现行</sub>	2.2	-1.7	-3.0	-2.9	-2.5	-2.2	-2.5	1.5	4.0	4.2
	C <sub>改进</sub>	-3.2	-3.9	-3.3	-2.0	0.3	2.3	3.3	9.0	12.9	14.7
3	C <sub>现行</sub>	-3.7	-8.2	-8.3	-8.0	-7.7	-8.9	-11.2	-8.5	-5.7	-5.5
	C <sub>改进</sub>	-3.3	-5.1	-3.6	-2.1	-0.4	-0.3	-1.8	2.4	6.4	7.7
5	C <sub>现行</sub>	-8.1	-12.9	-12.1	-11.5	-11.3	-13.6	-17.2	-15.2	-12.2	-11.9
	C <sub>改进</sub>	-2.0	-4.8	-2.6	-0.9	0.4	-1.2	-4.6	-1.6	2.5	3.5
10	C <sub>现行</sub>	-11.7	-16.7	-15.0	-13.9	-13.8	-17.0	-21.5	-20.0	-16.6	-16.1
	C <sub>改进</sub>	0.3	-3.6	-0.5	1.3	2.2	-1.1	-6.2	-4.2	0.0	0.7
20	C <sub>现行</sub>	-13.8	-18.9	-16.4	-15.0	-14.8	-18.5	-23.7	-22.3	-18.6	-17.7
	C <sub>改进</sub>	2.5	-2.1	1.5	3.5	4.4	-0.5	-7.0	-5.6	-1.3	-0.7
30	C <sub>现行</sub>	-14.7	-19.7	-16.8	-15.2	-14.9	-18.8	-24.3	-23.0	-19.1	-18.0
	C <sub>改进</sub>	3.7	-1.4	2.6	4.6	5.1	-0.1	-7.2	-6.1	-1.8	-1.3
50	C <sub>现行</sub>	-15.4	-20.4	-17.0	-15.2	-14.7	-18.9	-24.7	-23.3	-19.1	-17.7
	C <sub>改进</sub>	5.1	-0.4	3.9	6.0	6.2	0.4	-7.4	-6.6	-2.3	-1.8
100	C <sub>现行</sub>	-15.9	-20.8	-16.8	-14.7	-13.9	-18.4	-24.5	-23.0	-18.4	-16.6
	C <sub>改进</sub>	6.8	0.7	5.4	7.7	7.7	1.0	-7.5	-7.1	-2.7	-2.4

表 4 暴雨强度计算值的误差比较

Table 4 Error comparison of calculated values of rainstorm intensity %

重现期/ a	下列降雨历时(min)对应的 C <sub>改进</sub> -C <sub>现行</sub>									
	5	10	15	20	30	45	60	90	120	180
2	-5.4	-2.2	-0.3	0.9	2.8	4.5	5.8	7.5	8.9	10.5
3	0.4	3.1	4.7	5.9	7.3	8.6	9.4	10.9	12.1	13.2
5	6.1	8.1	9.5	10.6	11.7	12.4	12.6	13.6	14.7	15.4
10	12.0	13.1	14.5	15.2	16.0	15.9	15.3	15.8	16.6	16.8
20	16.3	16.8	17.9	18.5	19.2	18.0	16.7	16.7	17.3	17.0
30	18.4	18.3	19.4	19.8	20.0	18.7	17.1	16.9	17.3	16.7
50	20.5	20.0	20.9	21.2	20.9	19.3	17.3	16.7	16.8	15.9
100	22.7	21.5	22.2	22.4	21.6	19.4	17.0	15.9	15.7	14.2

3.2 年径流总量控制评价

城市年径流总量控制率是通过统计学方法确定的。根据中国地面国际交换站提供的气象资料,选取近 30 a 的日降雨数据,并只保留日降雨量大于 2 mm 的数据,按从大到小的顺序依次排列,然后统计小于某一值的日降雨量占总降雨量的比

例,该比例称为年径流总量控制率,其对应的日降雨量即为设计降雨量。

参考《海绵城市建设技术指南——低影响开发雨水系统构建(试行)》,以岳阳市年径流总量控制率 70%为目标,得到岳阳市年径流总量控制率与设计降雨量的对应关系,如表 5 所示。

表 5 岳阳市年径流总量控制率与设计降雨量的对应关系

Table 5 Correspondence between total annual runoff control rate and design rainfall in Yueyang City

年径流总量控制率/%	设计降雨量/mm
60	13.70
70	18.50
75	21.80
80	26.00
85	31.36

### 3.2.1 综合雨量径流系数

得胜北路全长 806.351 m,红线内路宽 35 m,总汇水面积 28 222 m<sup>2</sup>。根据《室外排水设计规范》(GB 50014—2006),其他参数取值为:绿化面积(下沉式绿地)  $F_1$  为 4 032 m<sup>2</sup>,雨量径流系数  $\phi_1$  取 0.15;硬化道路面积  $F_2$  为 19 352 m<sup>2</sup>,雨量径流系数  $\phi_2$  取 0.9;透水铺装面积  $F_3$  为 4 838 m<sup>2</sup>,雨量径流系数  $\phi_3$  取 0.4。用加权平均法计算的\*\*道路综合雨量径流系数  $\varphi$  为:

$$\varphi = \frac{\phi_1 \times F_1 + \phi_2 \times F_2 + \phi_3 \times F_3}{F_1 + F_2 + F_3} = 0.707 1$$

### 3.2.2 道路海绵设施应具备的调蓄容积

当低影响开发设施以径流总量为控制目标设计时,海绵设施的调蓄容积应满足“单位面积控制容积”的要求。假设车行道、人行道等区域的雨水流入下沉式绿地,最后排入水体或雨水管道系统。使用容积法计算该区域年径流总量控制率为 70% 时的设计调蓄容积的公式为:

$$V = 10 H \varphi F \quad (3)$$

式中: $V$  为设计调蓄容积,m<sup>3</sup>;  $H$  为对应年径流总量控制率下的降雨量,mm;  $\varphi$  为低影响开发控制区域综合雨量径流系数;  $F$  为低影响开发控制区域总汇水面积,hm<sup>2</sup>。

最终算得:  $V = 10 H \varphi F = 369.18 \text{ m}^3$ 。

综上所述,该区域海绵设施调蓄容积应不小于 369.18 m<sup>3</sup>,下沉式绿地宽度为 2.5 m,顶部设计蓄水深度为 0.2 m,蓄水断面面积为 0.5 m<sup>2</sup>,下沉式绿地总长度为 806.351 m,蓄水总容积为  $V_{\text{蓄}} = 806.351 \text{ m} \times 0.5 \text{ m}^2 = 403.18 \text{ m}^3 > V$ ,满足年径流总量控制率为 70% 时的雨水调蓄要求。

## 4 结论

1) 采用低影响开发设施,可以促进雨水下渗,

延长雨水在植草沟中的停留时间。干旱时存储的雨水可对植草沟上方植被和生态树池进行水资源补给,减少浇灌用水,发挥海绵城市道路“渗水”及“储水”功能。

2) 定期对下沉式绿地进行维护管理,对生态滞留带进行定期保养,可以确保低影响开发设施长期发挥作用。

3) 在设计重现期内(2~100 a)改进岳阳市暴雨强度公式。改进暴雨强度公式计算值与实测值之间相对误差的绝对值大部分小于 5%,而现行暴雨强度公式计算值与实测值之间相对误差的绝对值大部分大于 10%,说明改进暴雨强度公式的计算结果更加接近暴雨强度实测值。

4) 经计算,实体工程下沉式绿地实际调蓄容积为 403.18 m<sup>3</sup>,满足海绵城市建设中岳阳市设计降雨量 18.5 mm、年径流总量控制率 70% 时调蓄容积 369.18 m<sup>3</sup> 的要求。

### 〔参考文献〕

- [1] 吴丹洁,詹圣泽,李友华,等. 中国特色海绵城市的新兴趋势与实践研究[J]. 中国软科学,2016(1):79-97.  
WU Dan-jie,ZHAN Sheng-ze,LI You-hua,et al. Research on the emerging trends and practice of sponge cities with Chinese characteristics[J]. China Soft Science,2016(1):79-97.
- [2] 车伍,杨正,赵杨,等. 中国城市内涝防治与大小排水系统分析[J]. 中国给水排水,2013,29(16):13-19.  
CHE Wu,YANG Zheng,ZHAO Yang,et al. Analysis of waterlogging prevention and drainage system in Chinese cities[J]. China Water & Wastewater,2013,29(16):13-19.
- [3] 仇保兴. 海绵城市(LID)的内涵、途径与展望[J]. 给水排水,2015,51(3):1-7.  
CHOU Bao-xing. The connotation, approach and prospect of sponge city (LID) [J]. Water & Wastewater,2015,51(3):1-7.
- [4] 张高媛,刘星. 城市“看海”综合治理方略研究[C]//2019 中国城市规划年会论文集. 北京:中国城市规划学会,2019:11.  
ZHANG Gao-yuan,LIU Xing. Research on the comprehensive management strategy of urban "seeing the sea"[C]//Proceedings of China urban planning annual conference 2019. Beijing: China Urban Planning Society,2019:11.