



湖南大学

HUNAN UNIVERSITY

对海绵城市建设的再认识

湖南大学 许仕荣

2023.09



Photo by NickZhuje

飞客 eeslu.com



湖南大学

HUNAN UNIVERSITY

内容

- 一、海绵城市的内涵与目标
- 二、海绵城市与生态文明
- 三、海绵城市与双碳
- 四、海绵城市与城市内涝治理
- 五、海绵城市与城市面源污染控制
- 六、模型在海绵城市建设中的应用



湖南大学

一、海绵城市的内涵与目标

- 内涵：**海绵城市是从城市雨洪管理角度来描述的一种可持续的城市建设模式，其**内涵**是：现代城市应该具有像海绵一样吸纳、净化和利用雨水的功能，以及应对气候变化、极端降雨的防灾减灾、维持生态功能的能力。
- 目标：**良性的水文循环、良好的生态系统、优美的城市景观。



一、海绵城市的内涵与目标

(一) 海绵城市的本质——解决城镇化与资源环境的协调和谐。

海绵城市的本质是改变传统城市建设理念，实现与资源环境的协调发展。海绵城市遵循的是顺应自然、与自然和谐共处的低影响发展模式。



传统城市

- 改造自然
- 利用土地为主
- 改变原有生态
- 粗放式建设
- 地表径流量大



海绵城市

- 顺应自然
- 人与自然和谐
- 保护原有生态
- 低影响开发
- 地表径流量不变



(二) 让城市“弹性适应”环境变化与自然災害

□ 保护原有水生态系统

- ✓ 最大限度保护原有河湖水系、生态体系
- ✓ 维持城市开发前的自然水文特征

□ 恢复被破坏水生态

- ✓ 对传统粗放建设破坏的生态给予恢复
- ✓ 保持一定比例的城市生态空间

□ 低影响开发

- ✓ 合理控制开发强度，减少对城市原有水生态环境的破坏
- ✓ 留足生态用地，增加水域面积，促进雨水积存净化



湖南大学

一、海绵城市的内涵与目标

(三) 转变排水防涝思路

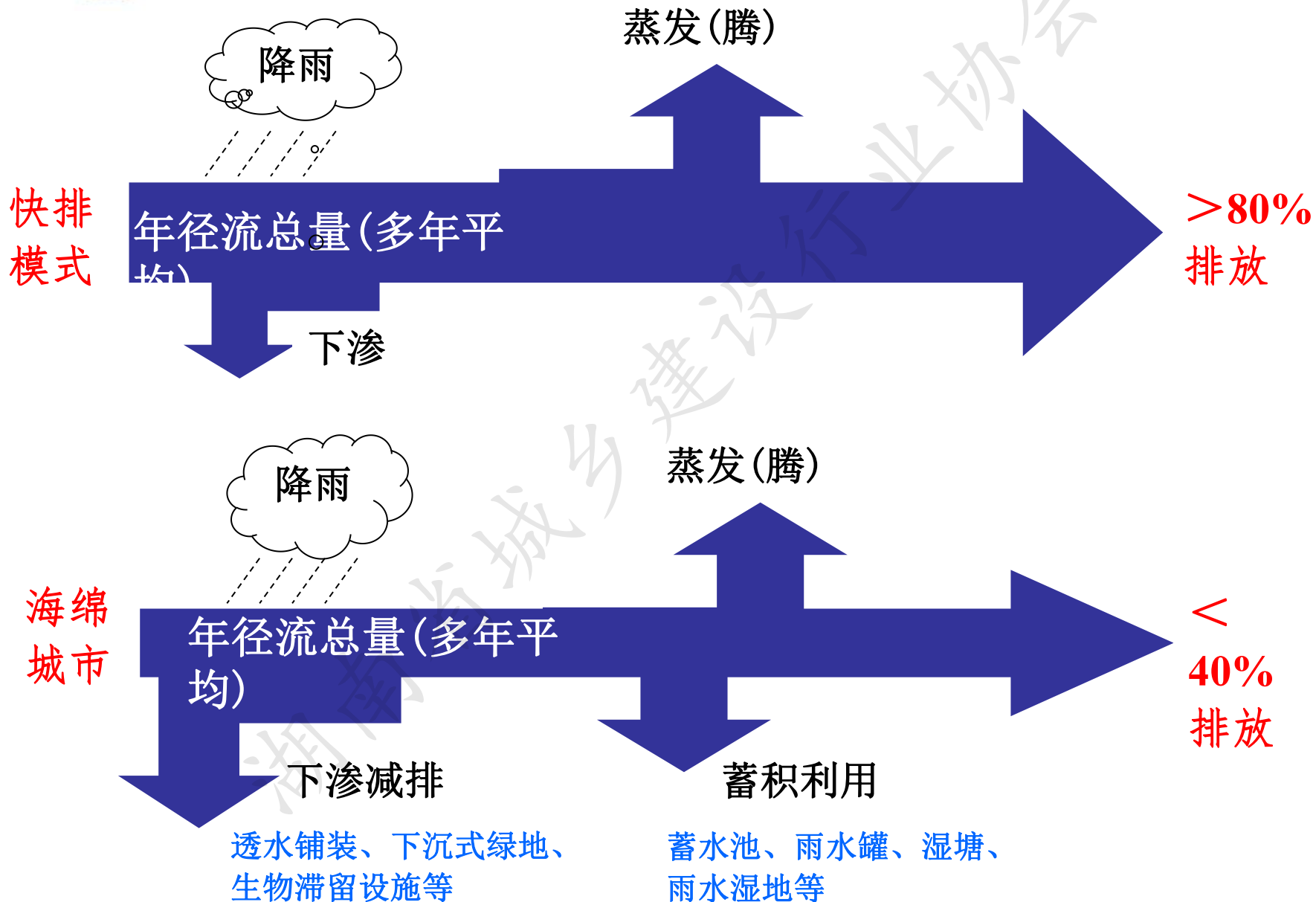
传统的市政模式模式认为，雨水排得越多、越快、越通畅越好，这种“快排式”的传统模式没有考虑水的循环利用。

海绵城市遵循“渗、滞、蓄、净、用、排”的六字方针，把雨水的渗透、滞留、集蓄、净化、循环使用和排水密切结合，统筹考虑内涝防治、径流污染控制、雨水资源化利用和水生态修复等多个目标。



湖南大学

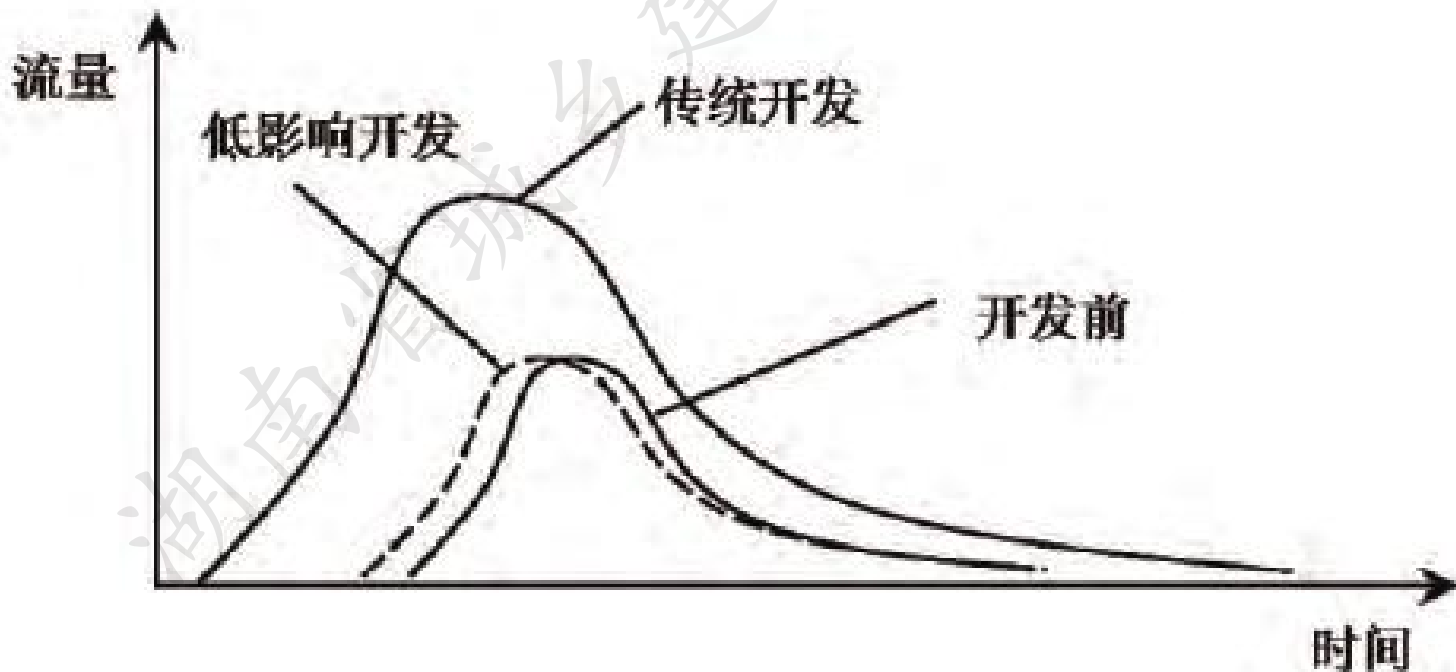
一、海绵城市的内涵与目标





(四) 开发前后的水文特征基本不变

通过海绵城市的建设，可以实现开发前后径流量总量和峰值流量保持不变，在渗透、调节、储存等诸方面的作用下，径流峰值的出现时间也可以基本保持不变。





湖南大学

二、海绵城市与生态文明

海绵城市是推进生态文明建设的最佳载体

海绵城市要实现的自然积存、自然渗透、自然净化的目标和**生态文明**提倡的人与自然要和谐相处以及实现可持续发展的要求是基本一致的，**二者**都体现了对人与自然与社会要和谐相处的观念。



湖南大学

二、海绵城市与生态文明

海绵城市是推进生态文明建设的最佳载体

海绵城市建设，要求“遵循生态优先的原则，将自然途径与人工措施相结合，在确保城市排水防涝安全的前提下，最大限度地实现雨水在城市区域的积存、渗透和净化，促进雨水资源的利用和生态环境保护。”这与生态文明建设当中“形成节约资源和保护环境的空间格局、产业结构、生产方式、生活方式，从源头上扭转生态环境恶化趋势，为人民创造良好生产生活环境，为全球生态安全作出贡献”，是完全一致的。



湖南大学

HUNAN UNIVERSITY

三、海绵城市与双碳

海绵城市提供碳汇空间。

在社区各单元地块内部落实低影响开发的“小海绵”建设，所构建的**屋顶花园**、**下沉式绿地**、**雨水花园**、**生态植草沟**、**生态景观水体**等**绿色空间**，既是控制雨水径流、源头减排（屋、地面源污染）的设施，又是吸收消化二氧化碳的主力。据测算，每平方米草坪每天大约可以吸收32克二氧化碳，海绵城市对屋顶绿化、绿地率的要求，能够有效实现局部小环境的及时碳汇。



湖南大学

HUNAN UNIVERSITY

三、海绵城市与双碳

海绵城市提供碳汇空间。

海绵城市坚持生态为本、绿色优先，在国土空间规划中突出对蓝线、绿线的保护和恢复，打造城市生态安全“大海绵”。绿地和水体是最大的海绵体，海绵城市重视城市绿地保护、天然水域保持、生态岸线修复，为实现城市碳汇提供了超大容量的空间载体。



湖南大学

三、海绵城市与双碳

海绵城市促进节能减排

部分绿色海绵设施可减少用电量。比如，绿色屋顶、墙体绿化、蓄水屋面可调节室内温度，减少空调使用，节约用电、降低能耗。据测算，绿色屋顶、立体绿化可节能25%以上，每节约1度电，则可减少0.71~1.25千克二氧化碳排放。



湖南大学

三、海绵城市与双碳

海绵城市促进节能减排

雨水调蓄设施可大幅减少自来水使用量。植草沟、下沉式绿地、雨水花园等设施可以存蓄部分雨水，既可增强土壤保湿性，又可以减少附近绿化浇灌的自来水用量，经济效益和生态效益显著。据统计，每节约1吨自来水可减少二氧化碳排放约0.91千克；截至2020年年底，全国共建成落实海绵城市建设理念的项目4万多个，提升了雨水资源涵养能力和综合利用水平，实现了雨水资源年利用量3.5亿吨，相当于减少二氧化碳排放近3.2亿吨。



湖南大学

三、海绵城市与双碳

提供了诸多优质生态产品

海绵城市建设提高了水环境治理水平，提供了诸多优质生态产品。透水路面的运用提升了人们雨天出行的安全度、舒适度；透水操场、生态停车场、不积水活动场地保障了学生、老人、儿童在雨季的运动时间和空间；海绵公园、生态湿地、健康绿道吸引游客纷至沓来，让游客感受美丽城市空间、共享人与自然和谐共生的绿色低碳生活。



四、海绵城市与城市内涝治理

城市内涝治理的3M系统：**源头减排系统**（Micro System）、**排水管道系统**（Minor System）和**排涝除险系统**（major System），简称“3M”系统。





湖南大学

四、海绵城市与城市内涝治理

城市内涝治理的3M系统： **源头减排系统**（Micro System）、**排水管道系统**（Minor System）和**排涝除险系统**（major System），简称“3M”系统。

源头减排系统旨在恢复场地开发前自然水文特征，应对低强度大概率（一般在1年一遇重现期以下）的中小降雨事件。

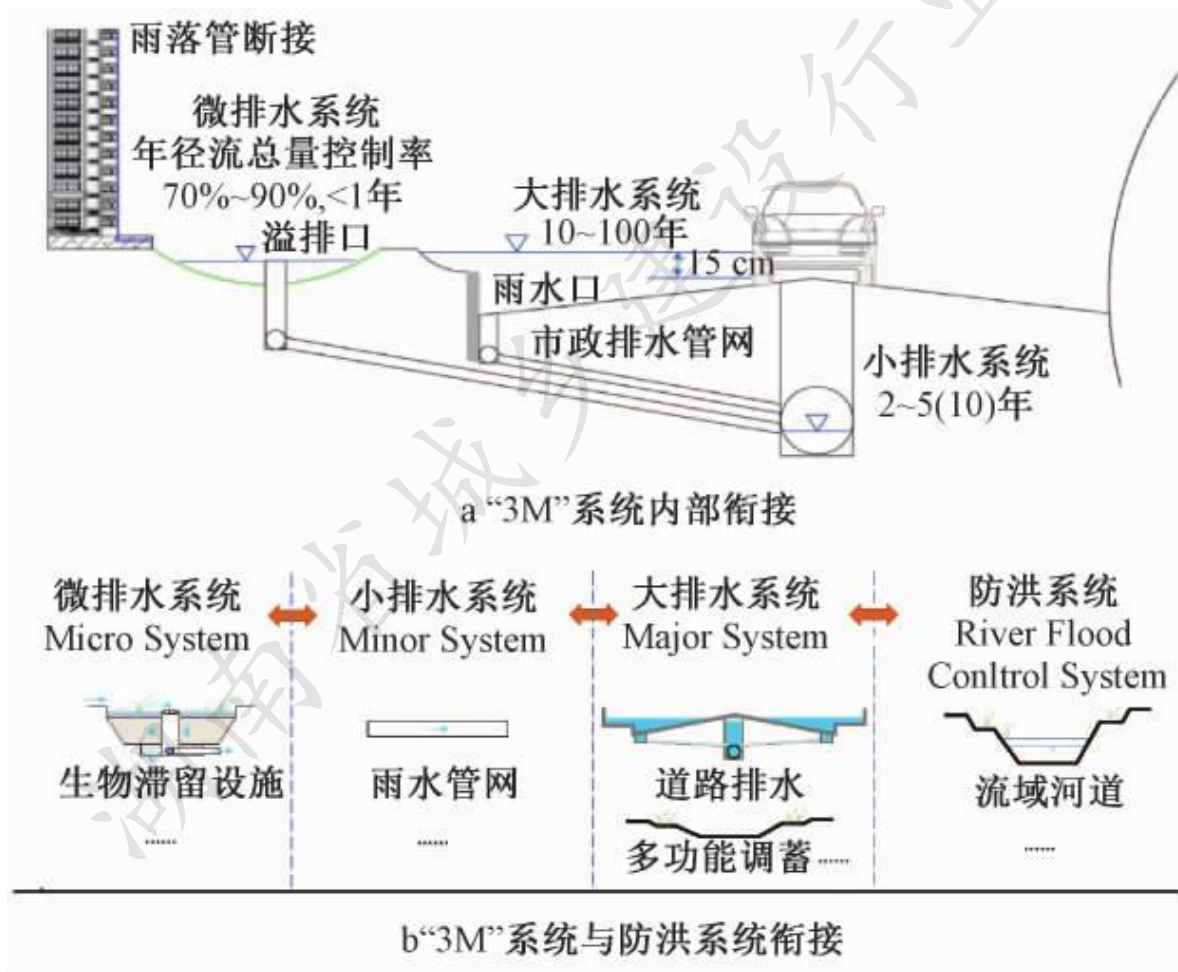
小排水系统重点解决及时排除短时强降雨带来的径流量剧增，应对较大概率的短历时强降雨事件，一般在2~10年一遇降雨条件下达到“地面无积水”。

大排水系统重点是对超标径流进行合理蓄、排，应对小概率的超强降雨事件，一般在10~100年一遇降雨条件下，满足“大雨不内涝”。



四、海绵城市与城市内涝治理

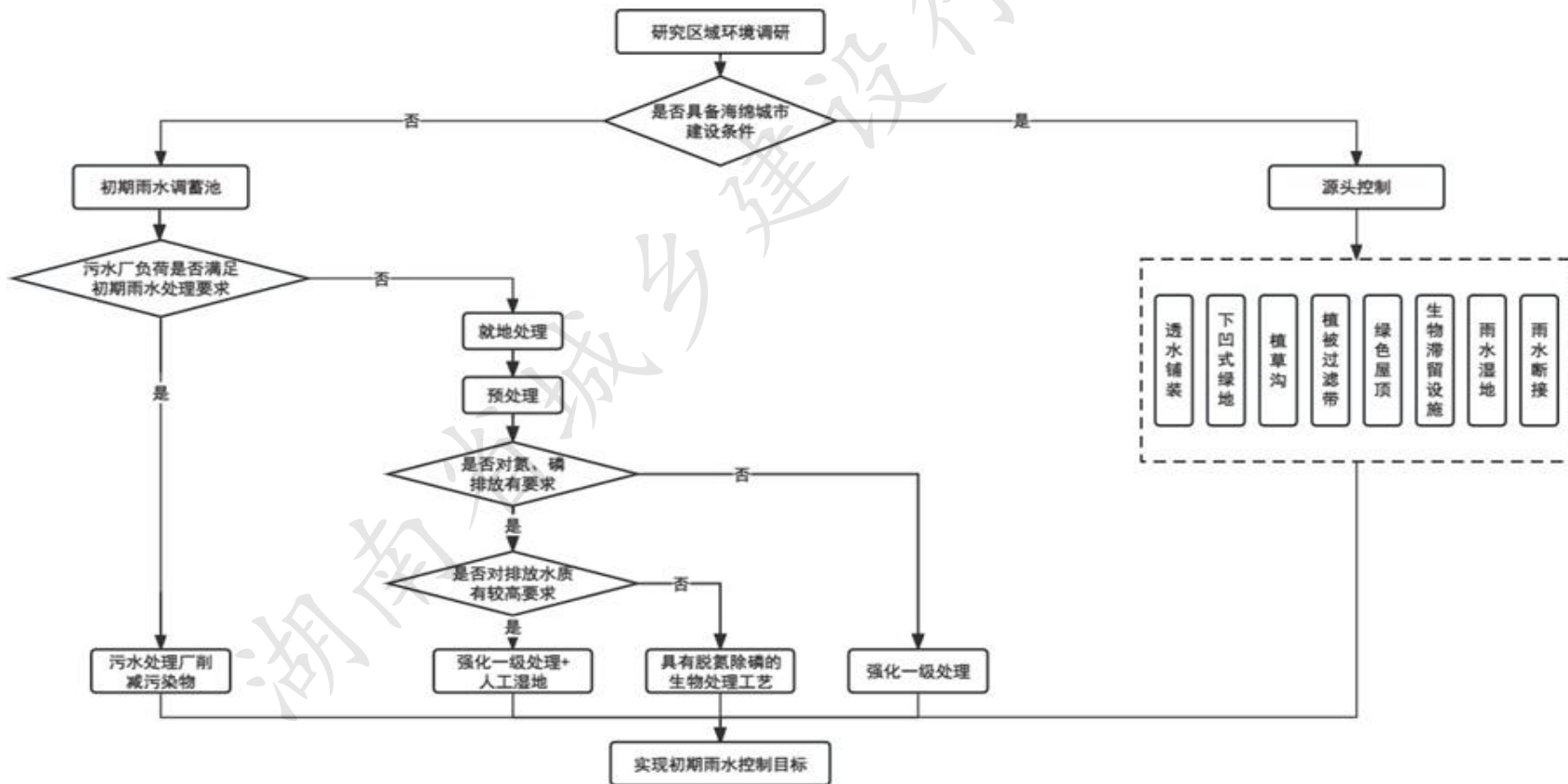
城市内涝治理的3M系统：源头减排系统（Micro System）、排水管道系统（Minor System）和排涝除险系统（major System），简称“3M”系统。





五、海绵城市与城市面源污染控制

海绵城市“渗、滞、蓄、净、用、排”六字方针中的“净”。





湖南大学

六、模型在海绵城市建设中的应用

- 基础资料的收集、分析与利用
- 土壤性质及渗透系数的确定
- 城市径流水质特征的研究
- 模型在海绵城市建设中的应用研究



湖南大学

六、模型在海绵城市建设中的应用

1、基础资料的收集、分析与利用

➤ 降雨资料

多年平均降雨量；

不同频率24小时降雨量；

降雨时空分布规律；

降雨雨型分析；

年径流总量控制率与设计降雨量的关系



湖南大学

六、模型在海绵城市建设中的应用

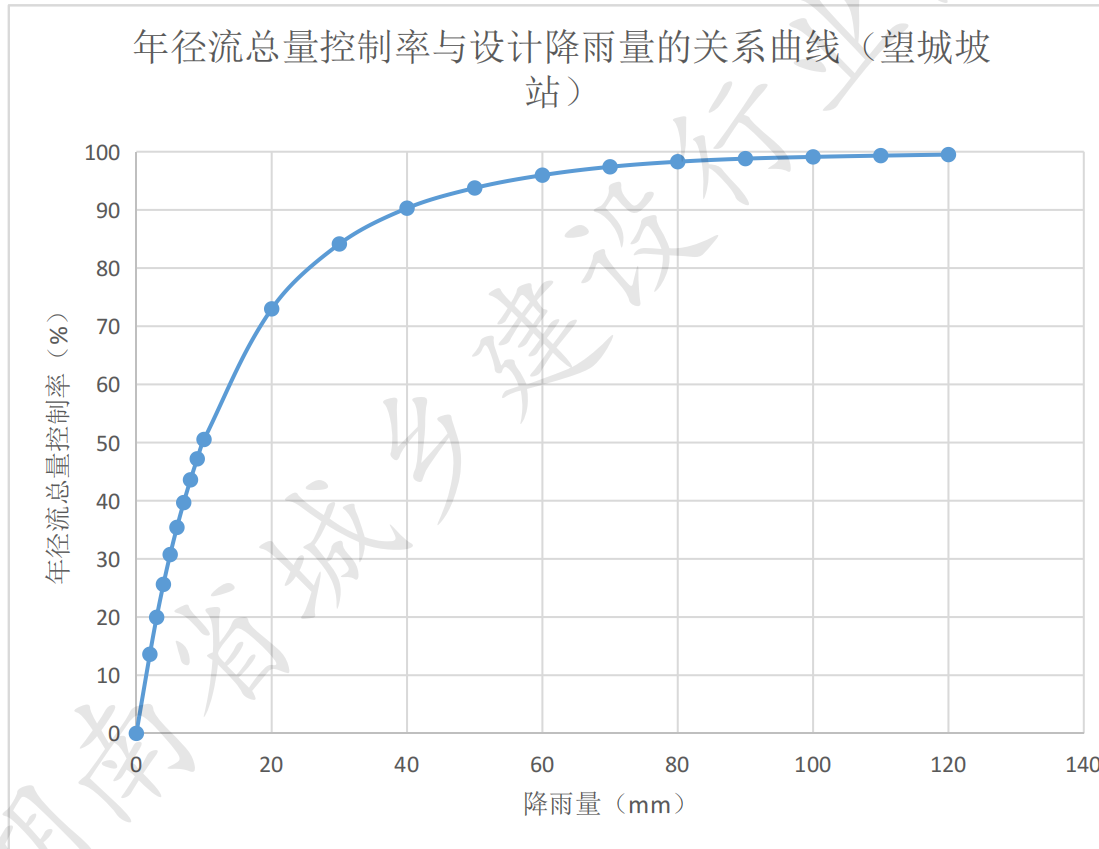
1、基础资料的收集、分析与利用

长沙市降雨统计（1980.1.1—2021.12.31）

降雨量日 值(mm)	场 次 数	累计场 次	累计出现 频率(%)	年均雨量 (mm)	累计年均余 量(mm)	累计年均雨量百 分比(%)
0~2	38			1.81	1.81	0.13
2~3	460	498	12.60	29.39	31.20	2.20
3~4	341	839	21.23	31.24	62.44	4.40
4~5	293	1132	28.64	34.78	97.22	6.85
5~6	238	1370	34.67	34.69	131.91	9.30
6~7	221	1591	40.26	37.09	169.00	11.91
7~8	183	1774	44.89	37.12	206.12	14.53
8~9	172	1946	49.24	38.39	244.51	17.24
9~10	143	2089	52.86	36.00	280.51	19.77
10~20	985	3074	77.78	338.12	618.62	43.61
20~30	410	3484	88.16	242.04	860.66	60.67
30~40	209	3693	93.45	172.71	1033.38	72.84
40~50	99	3792	95.95	105.24	1138.61	80.26
50~60	59	3851	97.44	76.64	1215.25	85.66
60~70	37	3888	98.38	57.52	1272.78	89.72
70~80	23	3911	98.96	44.04	1316.81	92.82
80~90	18	3929	99.42	36.14	1352.96	95.37
90~100	9	3938	99.65	20.09	1373.05	96.79
100~110	3	3941	99.72	7.54	1380.59	97.32
110~120	2	3943	99.77	5.54	1386.13	97.71
120~250	9	3952	100.00	32.53	1418.66	100.00



1、基础资料的收集、分析与利用





湖南大学

HUNAN UNIVERSITY

六、模型在海绵城市建设中的应用

1、基础资料的收集、分析与利用

➤ 蒸发量资料

多年平均蒸发量

多年平均逐月蒸发量

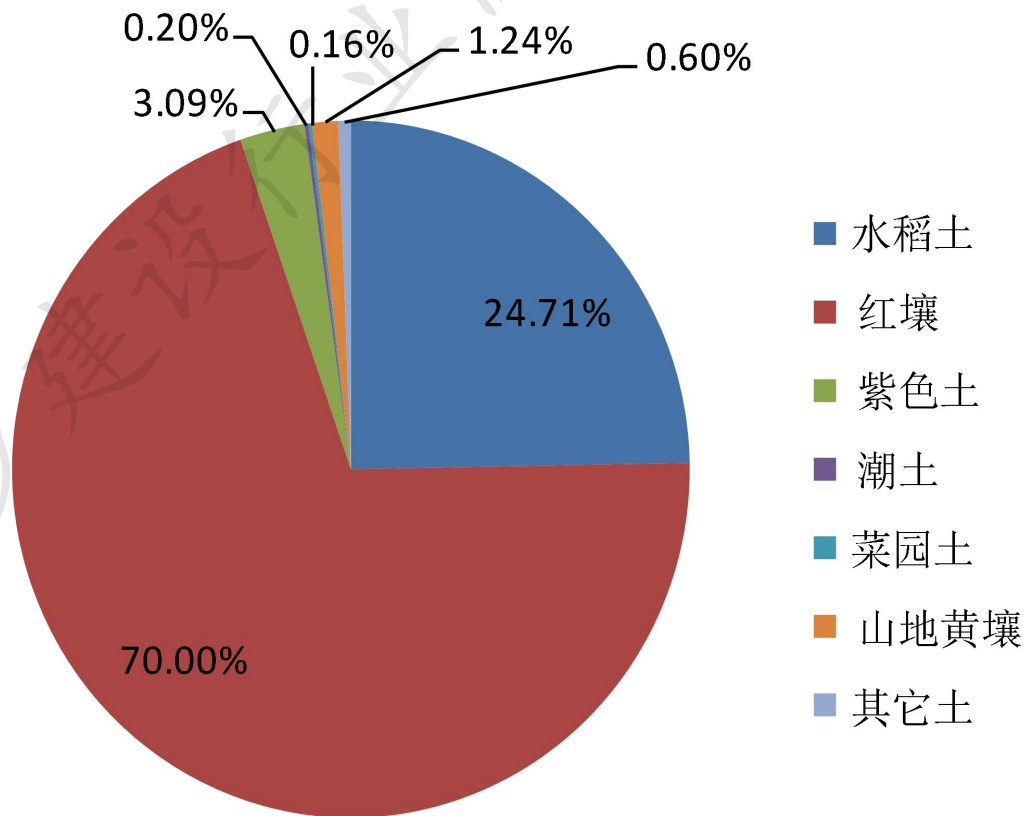
湖南省城市建设行业协会



2、土壤性质及渗透系数的确定

土壤渗透系数

长沙市70%左右土壤为红壤，其渗透系数约为 1.5×10^{-5} m/s。





3、城市径流水质污染特征

长沙市城区雨水水质参考值

功能区	SS (mg/L)	COD(mg/L)	TP (mg/L)	TN (mg/L)	NH ₃ -N (mg/L)
绿地广场	200	80	1.0	6.0	2.0
道路及高架	350	100	1.0	5.0	1.5
商业区	250	300	2.0	5.0	2.0
文教区	200	100	1.0	5.0	1.0
住宅区道路	330	280	1.5	3.0	1.0
住宅区屋顶	120	70	0.6	3.0	0.9
工业区	100	25	0.3	2.0	1.0



4、模型应用

利用计算机水力模型进行模型试验具有不受实验条件限制，数值分析速度快、效率高、耗时少，具有通用性、可重复的优点。迄今，包括水力模型和水质模型在内的排水系统模型在世界范围内，尤其是发达国家已广受重视，成为排水系统改造、管理以及新的项目建设可行性评价的基础。



4、模型应用

SWMM (Storm Water Management Model) --EPA

Info Works----英国沃林福特Wallingford

MOUSE----丹麦水资源水环境所

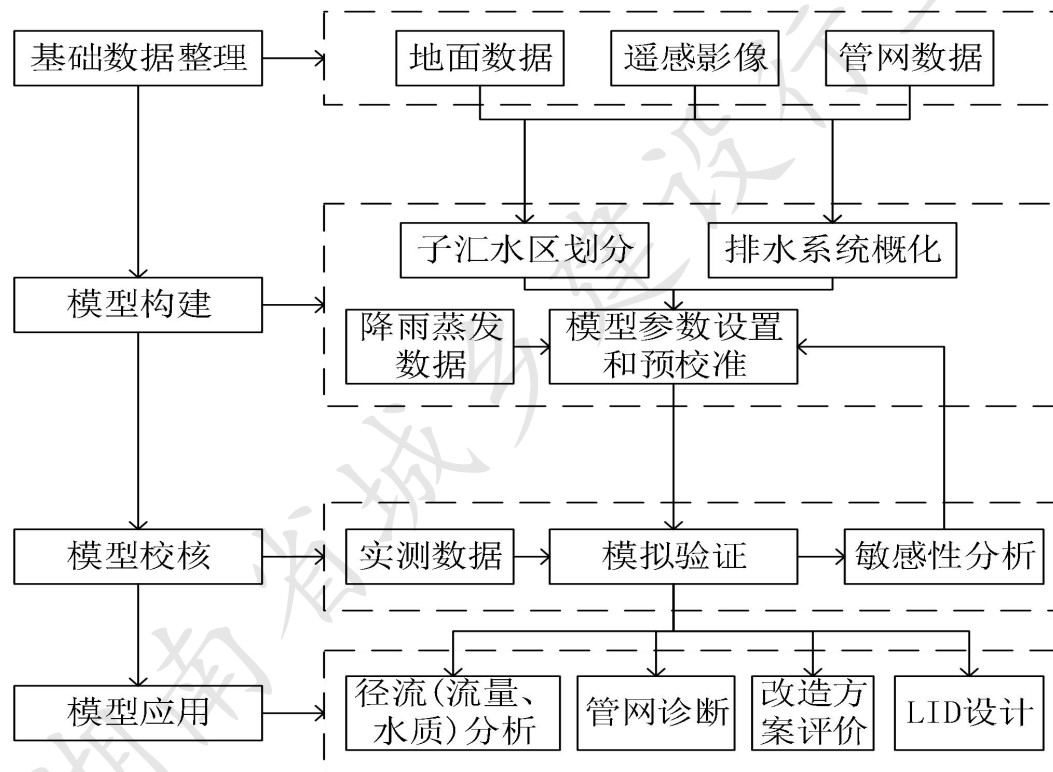
DWS(Digital Water Simulation)---清控人居环境

鸿业--

具有LID设施的模拟功能，可以用于模拟评价LID的效果。



模拟流程





湖南大学

HUNAN UNIVERSITY

六、模型在海绵城市建设中的应用

5、海绵监测

监测区域--建筑小区、城市道路、绿地与广场等区域的海绵设施

监测指标--流量、SS、COD、 $\text{NH}_3\text{-N}$ 、TP等



湖南大学

HUNAN UNIVERSITY

谢谢大家！

湖南省城乡规划设计行业协会