

2017城市水文学与海绵城市技术学术报告会

海绵城市的健康推进 需加大科普力度

程晓陶 工学博士

国家减灾委专家委员会委员

水利学会城市水利专委会 主任委员

城市规划学会城市安全与防灾规划学委会副主任委员

2017年11月25日，北师大

引言：亦喜亦忧话海绵

- 2017年参加了萍乡、武汉两座海绵试点城市的中期检查，实地考察了遂宁海绵城市试点的建设成果，到访了昆明、海口、遂平、广州、南阳、西安、深圳、乌鲁木齐、天津、赣州、成都、拉萨、南京、哈尔滨、武夷山等不同层次与类型的城市，参加了相关会议20余次。
- 令人可喜的是——
 - 海绵城市的基本理念为更多人所接受，认识在去伪存真、逐步深化，有了更多的系统性思考；
 - 海绵城市建设形成了一批有实践经验的规划、设计、施工与管理 人员，有了一些可交流的样板；
 - 海绵城市建设技术得以甄别，学会了因地制宜选择切实有效的手段，淘汰了一些不适用的做法；
 - 海绵城市建设的推进模式有了多类型的探索，多了理性，少了盲从；多了切磋，少了排斥；
 -

引言：亦喜亦忧话海绵（续）

- 按2015年10月国务院办公厅关于推进海绵城市建设的指导意见的部署：到2020年，城市建成区20%以上的面积达到目标要求；到2030年，城市建成区80%以上的面积达到目标要求。
- 令人担忧的是——
 - 海绵试点城市三年期满，能否通得过验收？按试点要求的指标体系，是否可能在三年期内达成？
 - 海绵城市专项规划的编制任务，能否再推进下去，与相关规划之间的关系如何理清？
 - 海绵城市三年试点期满后，现行主打的建设模式将依靠地方财政推进，是否具有可持续性？
 -

我国海绵城市建设的发展历程——城市水循环：

治水是项系统工程

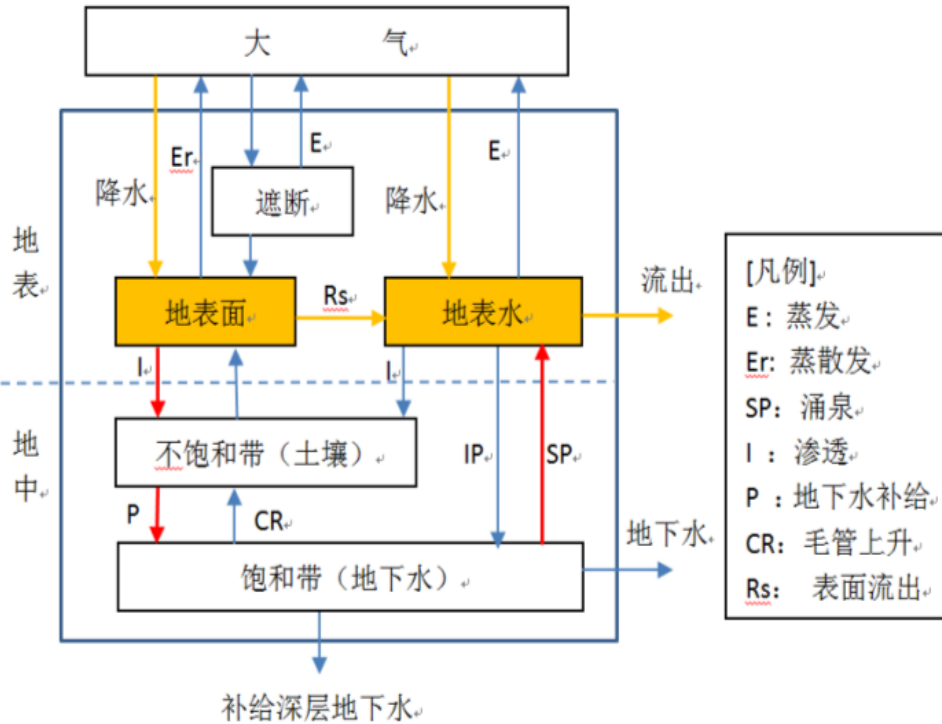
- 任南琪院士关于我国海绵城市建设的发展历程——城市水循环系统1.0版至4.0版，体现了对治水系统工程认识的深化。

引自：给水排水|任南琪：海绵城市总体思路及技术措施，2017-9-21

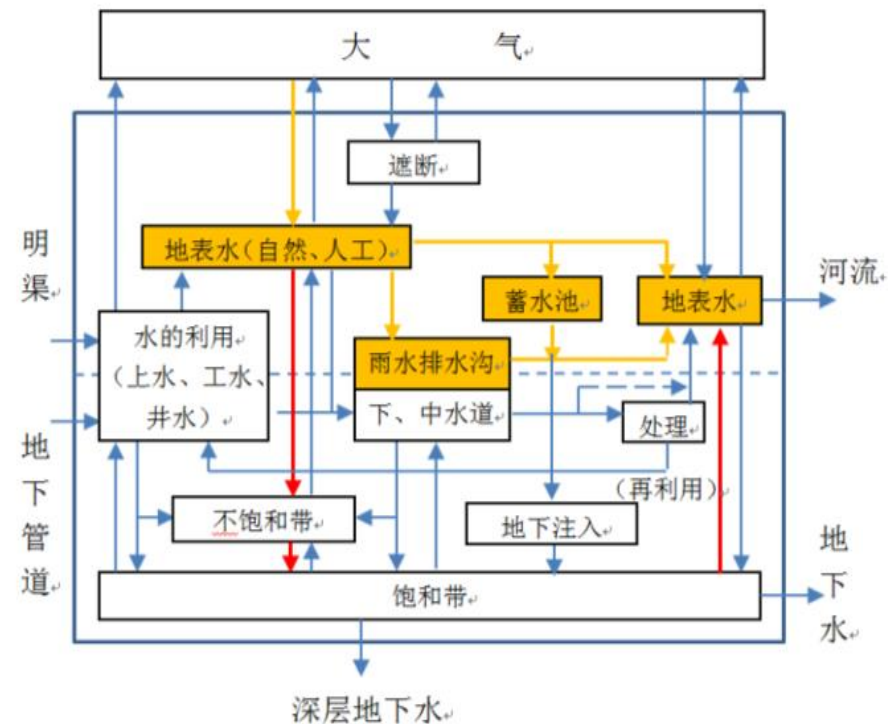


城市综合治水的复杂性

- 城市化的迅猛进程对水的循环系统产生了极大的影响；城市河流中环境的变化尤为显著。热岛效应+雨岛效应；地表不透水面积增加、水域面积减少、地面沉降等，同量级暴雨的产流系数增大；以往城外的行洪河道演变成成为城区内河，.....



自然区域水的流动模型



城市区域水的流动模型

⇒ 水循环系统中与防洪规划相关的部分

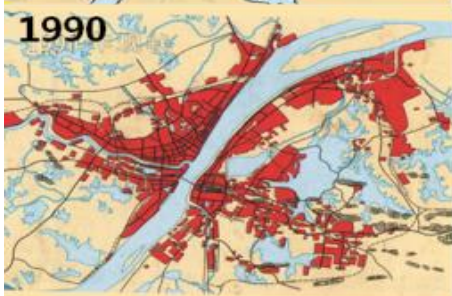
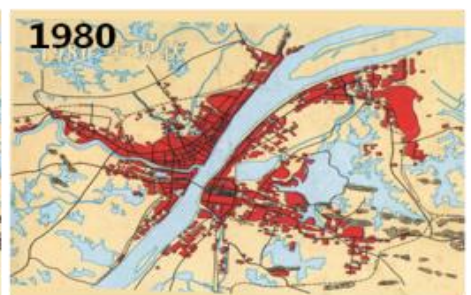
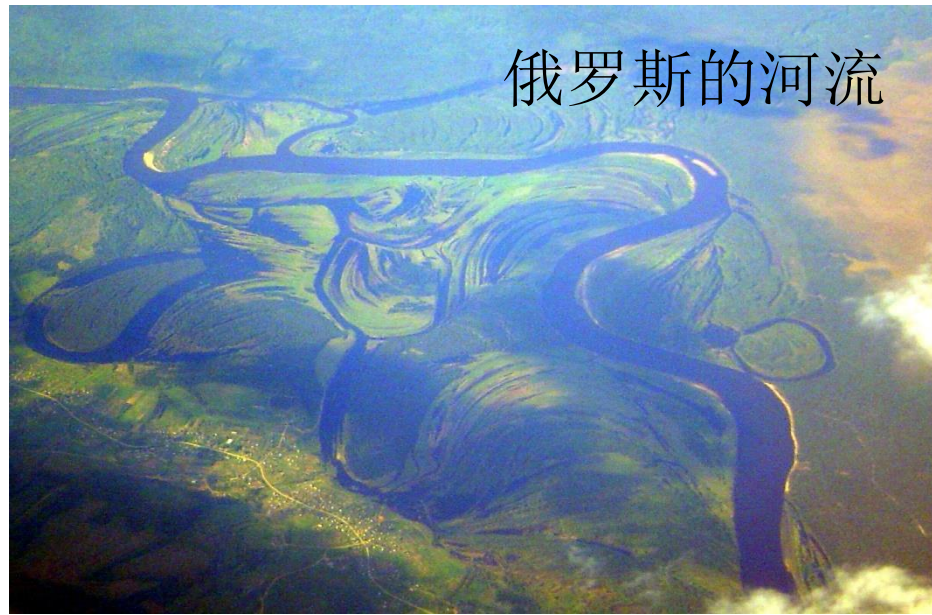
引自：都市河川计划指南：防洪规划编

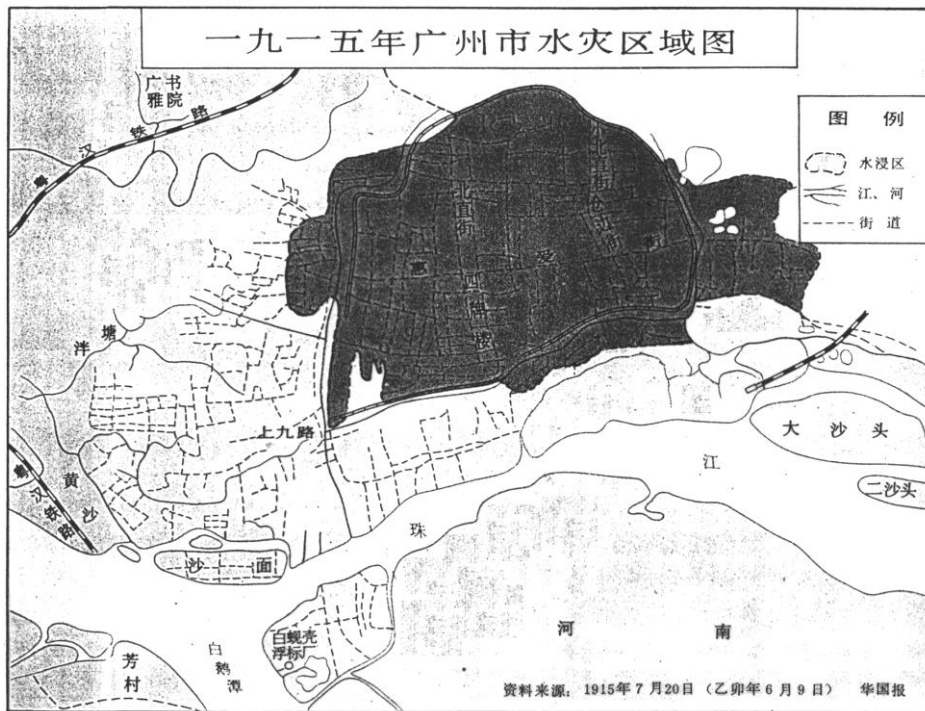
我国城市综合治水的艰巨性

加拿大的多伦多市与安大略湖



俄罗斯的河流





古人治水的智慧与 可借鉴性

凡立国都，非于大山之下，必于广川之上。高毋近旱而水用足，下毋近水而沟防省。因天材就地利，故城郭不必中规矩，道路不必中准绳。

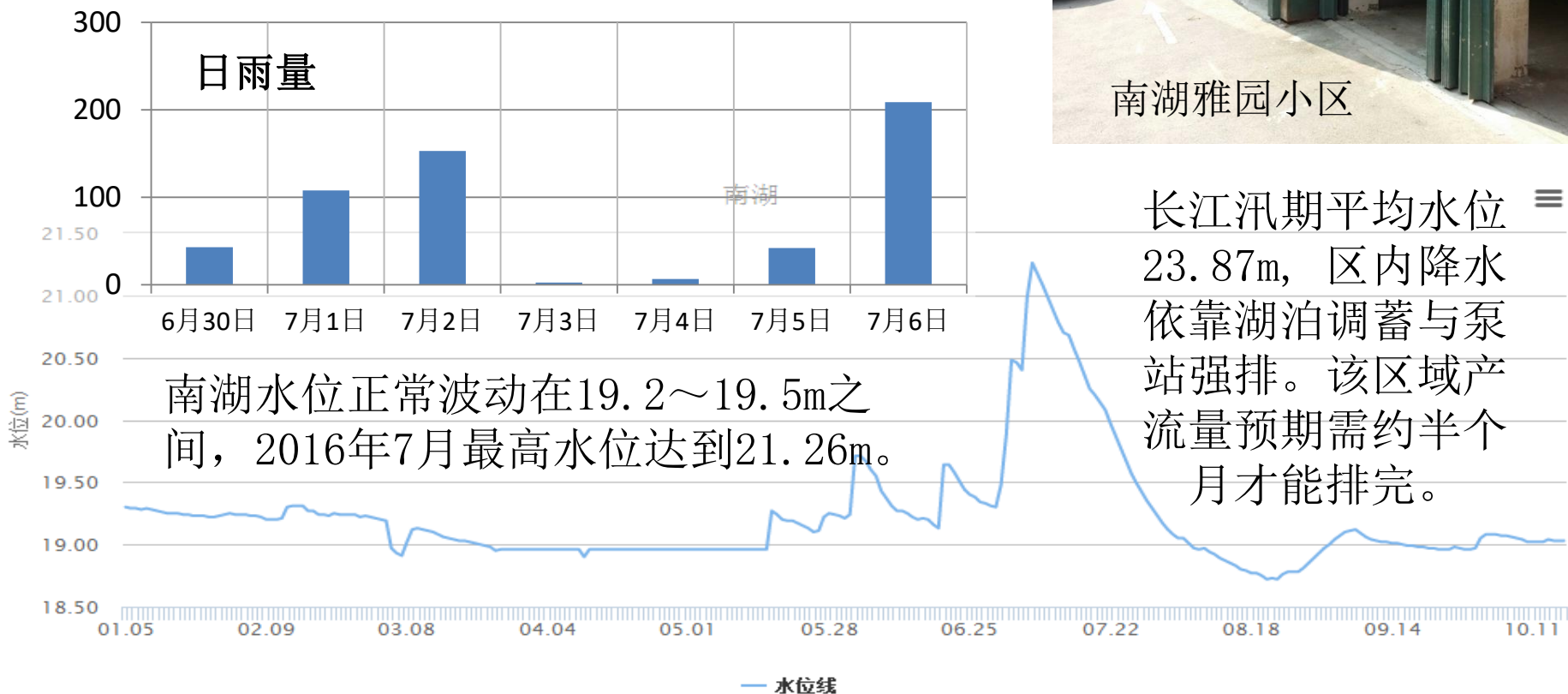
——管子·乘马

- 赣州宋代建成的福寿沟在历史对于缓解赣州城区的水患发挥了积极的作用。福寿沟全长12.6km，至今承载着古宋城 2.7km²范围居民的排水功能。
- 至2010年赣州市建成区面积已扩展至 64 km²，中心城区建成排水管长达 223km，雨污分流的改造及系统建设、维护的负担十分艰巨。福寿沟的运用模式也从沟-塘模式改为沟-泵模式。



洪涝灾害威胁对象、致灾机理、成灾模式均在发生显著变化

2016年，武汉市6月1日、19日和6月30日至7月6日3次遭受暴雨袭击，一时责难声四起。

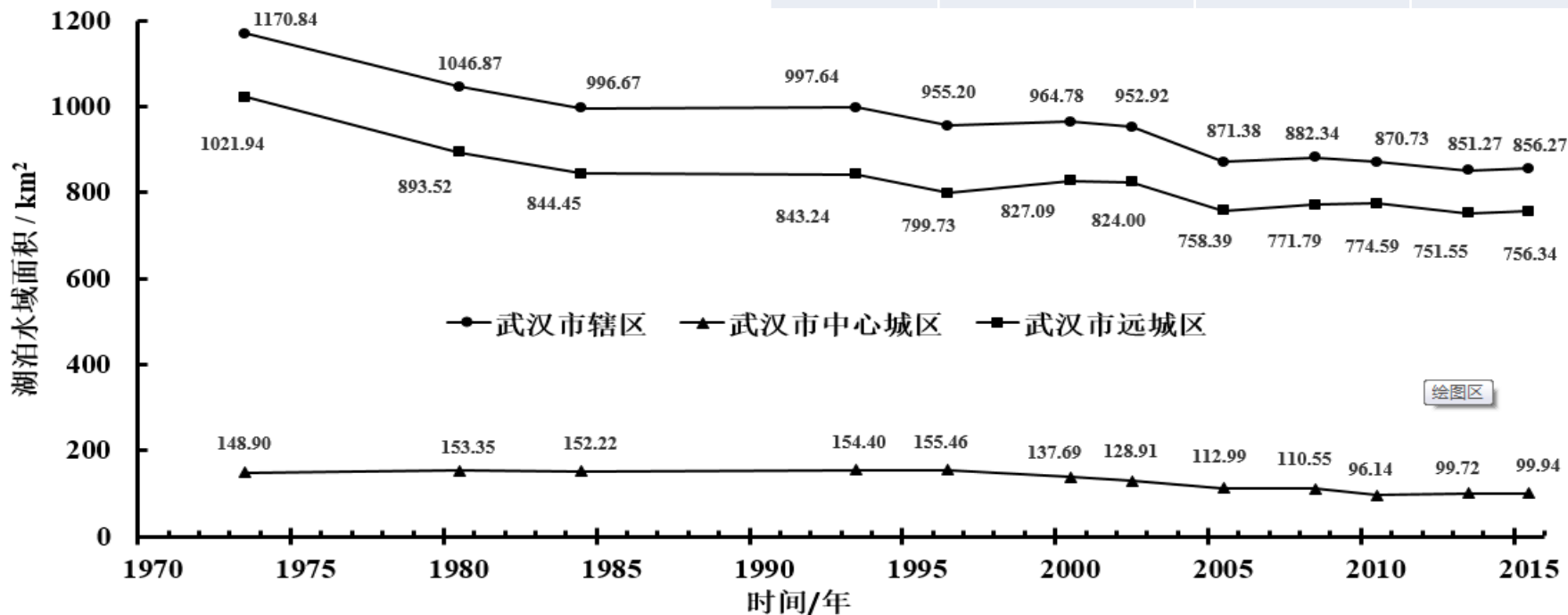


都是围湖造地惹得祸？

- 武汉市总面积8,494km²，2014年建成区面积878.8km²，为1982年的5倍。至2015，常驻人口达1060万，人均GDP \$14150；仍处于中高速发展阶段。
- 1950s-1980s: 围湖造田；1990s以来，填湖造城。

武汉市湖泊面积变化 单位：km²

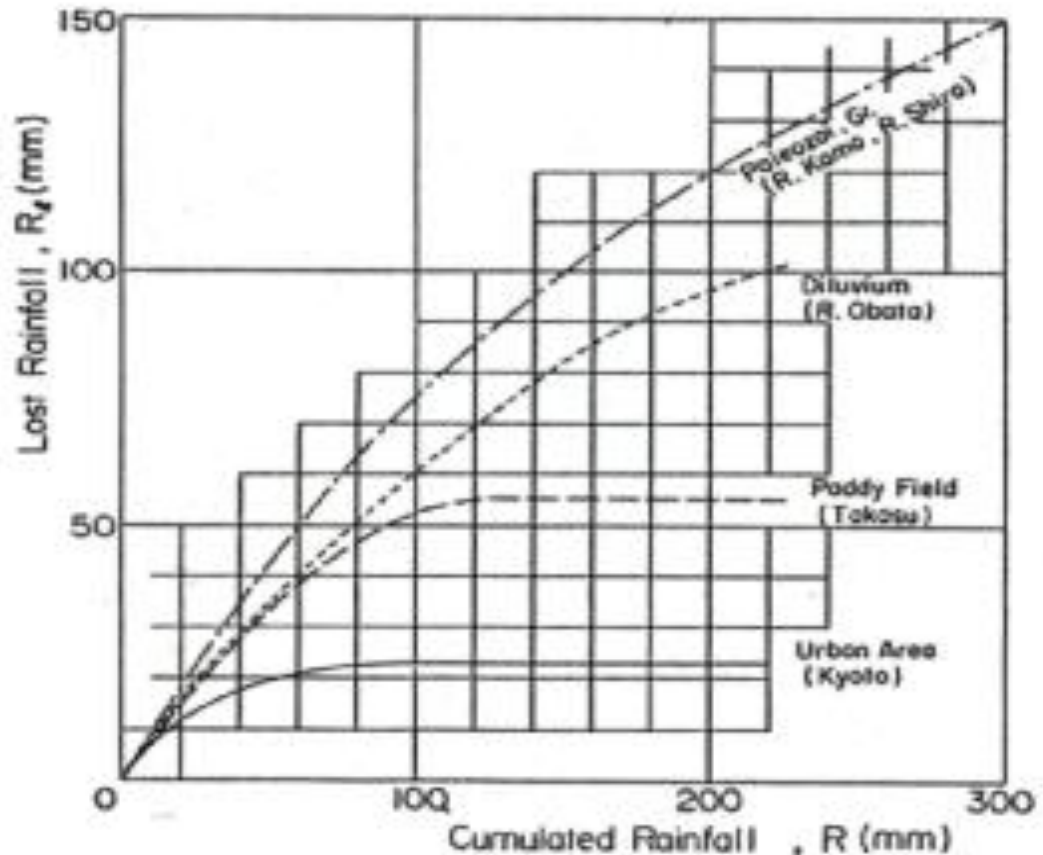
年份	武汉市辖区	中心城区	远城区
1973	1170.84	148.90	1021.94
2015	856.27	99.94	756.34
减少	314.57	48.96	265.60
减少率	27%	33%	26%



引自：马建威、黄诗峰等.基于遥感的1973—2015年武汉湖泊水域面积动态分析与监测研究[J].水利学报, 2017,48(8), 903-913

不抓住海绵城市建设的本质需求 将陷入认识上的误区

- 右图显示城镇化进程中，不透水面积增加，降雨渗透与蒸发减少，径流量增大。但对不同量级降雨，这并非固定的常数。
- 土地的自然积存、自然渗透、自然净化的能力是有限度的，且实现这些功能需要一定条件和相当的时间。
- 蓄积的雨水并非一定可用。水质可能恶化，汛期容积需尽快腾空。

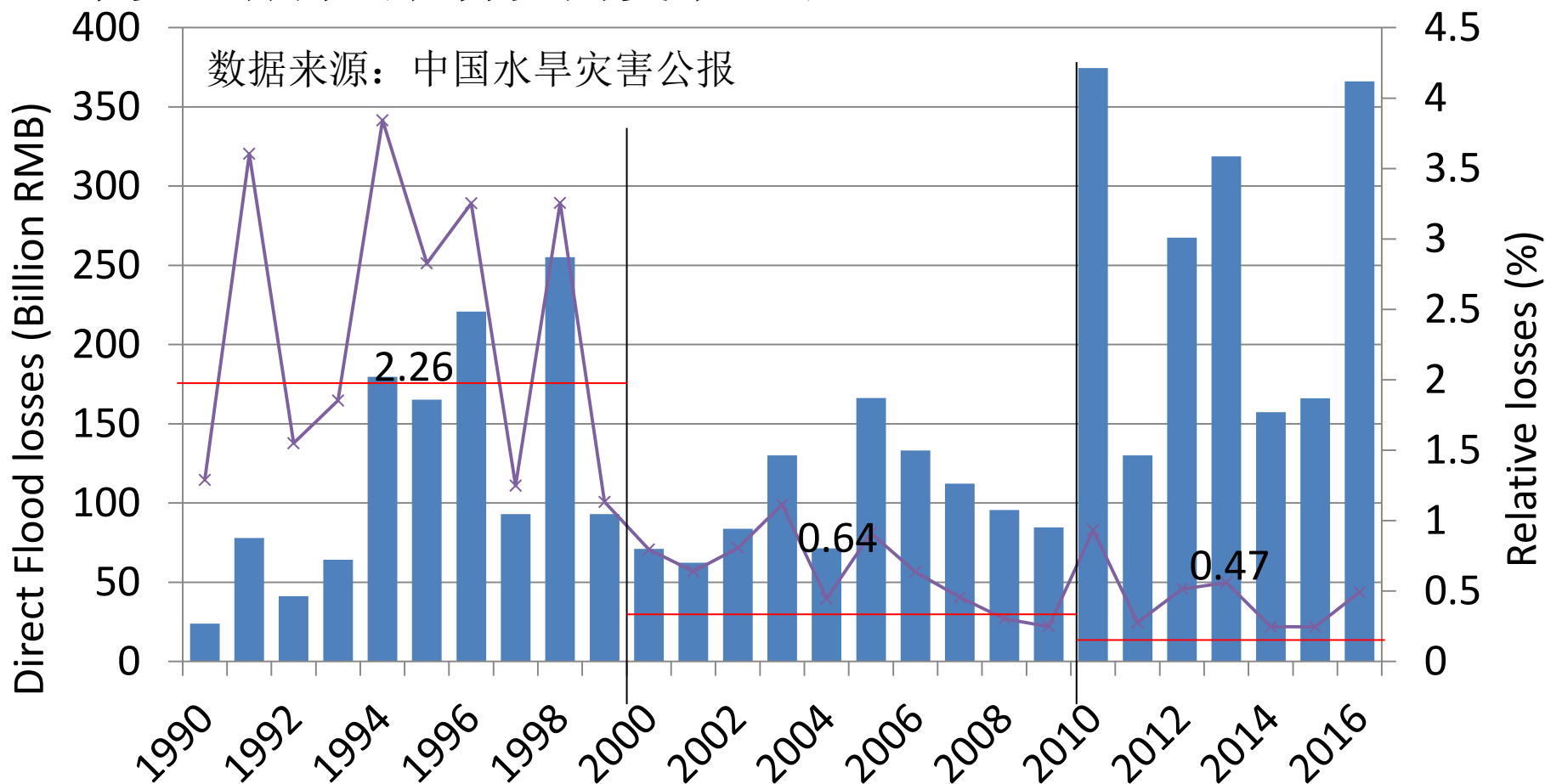


不同类型土地累计雨量与损失雨量的关系

引自：角屋 睦都市化与水害，京都大学防灾研究所年报第20号A，1977年4月

新时期治水方略调整的迫切需求

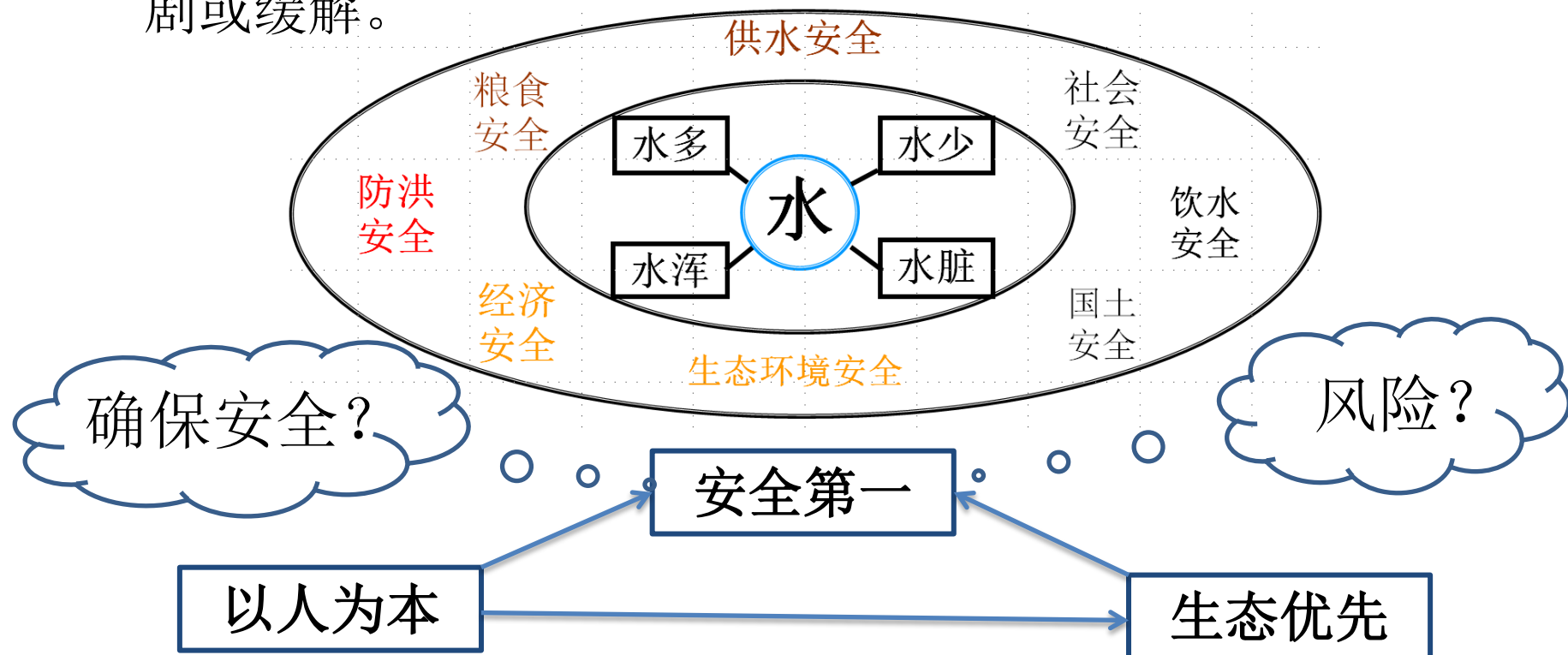
- 新世纪以来，我国洪灾相对损失显著下降，直接损失先减后增。同时，水资源短缺、水环境污染与水生态恶化问题也日益突出。水安全保障的任务更为复杂、艰巨。



1990年以来我国水灾损失变化特征

全面树立水安全保障的理念

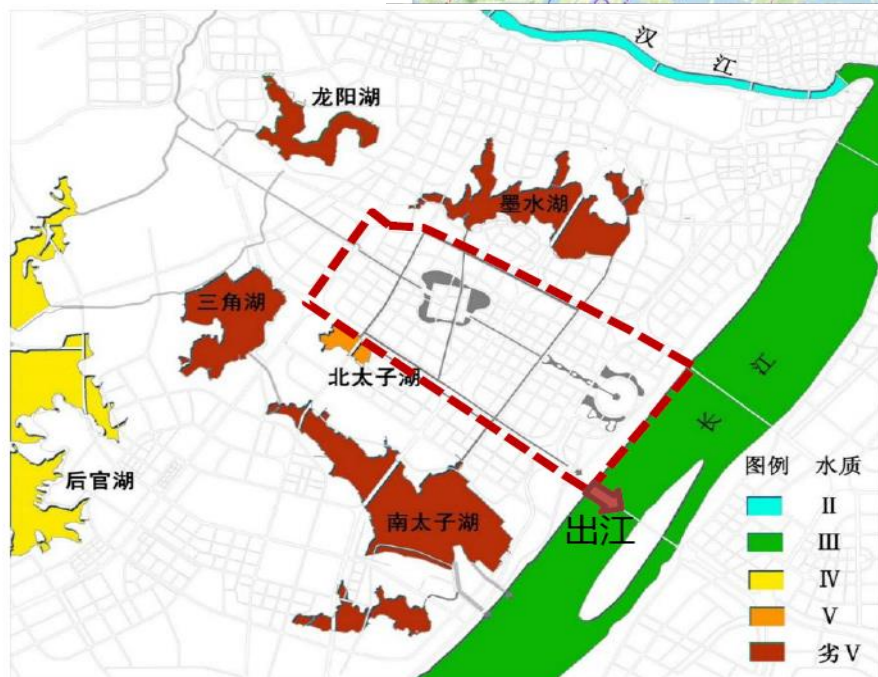
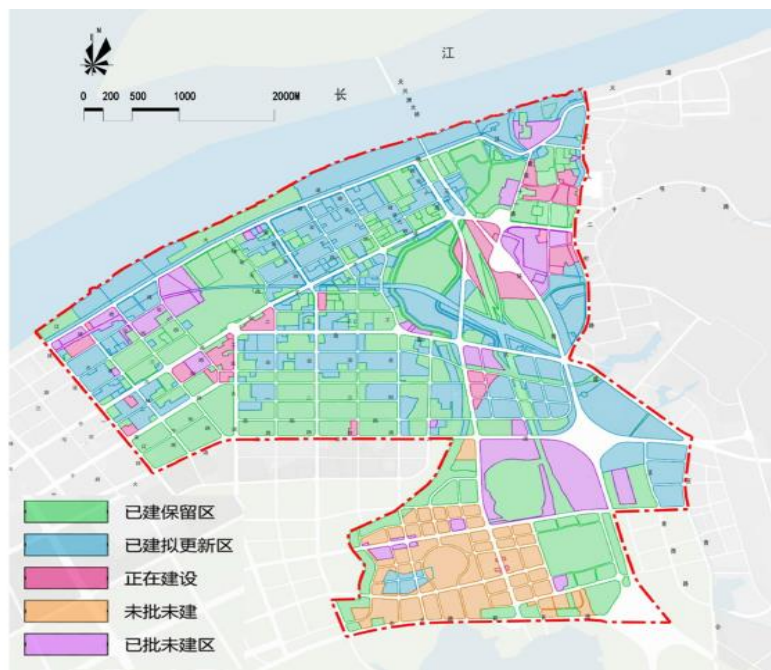
- 2011年中央一号文件明确指出，“加快水利改革发展，不仅事关农业农村发展，而且事关经济社会发展全局；不仅关系到防洪安全、供水安全、粮食安全，而且关系到经济安全、生态安全、国家安全”。
- 水安全问题可能由自然因素引起，也可能因人类活动而加剧或缓解。



海绵城市能够大雨不内涝、水体不黑臭吗？

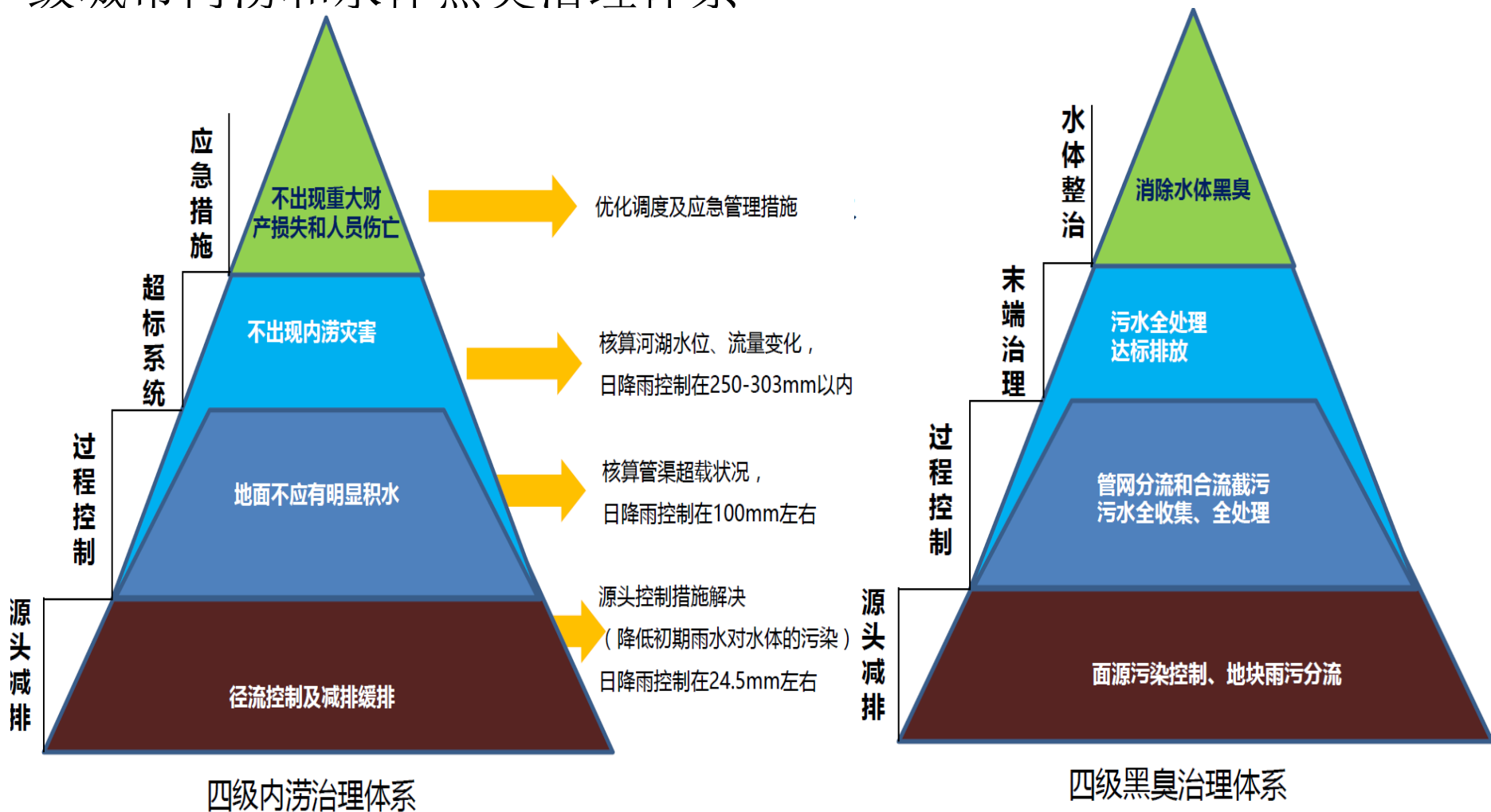
以武汉为例：2015年入选首批海绵城市建设试点城市，安排了青山、四新两个示范区。

- 青山：老工业区、棚户区、老住宅区占约50%，有黑臭水体3条，排涝标准低，混流严重。
- 四新：已建保留区30%，在建区16%，已建拟更新和未建区52%，基础设施建设滞后，局部易渍水。水系丰富，外围水体水质差。

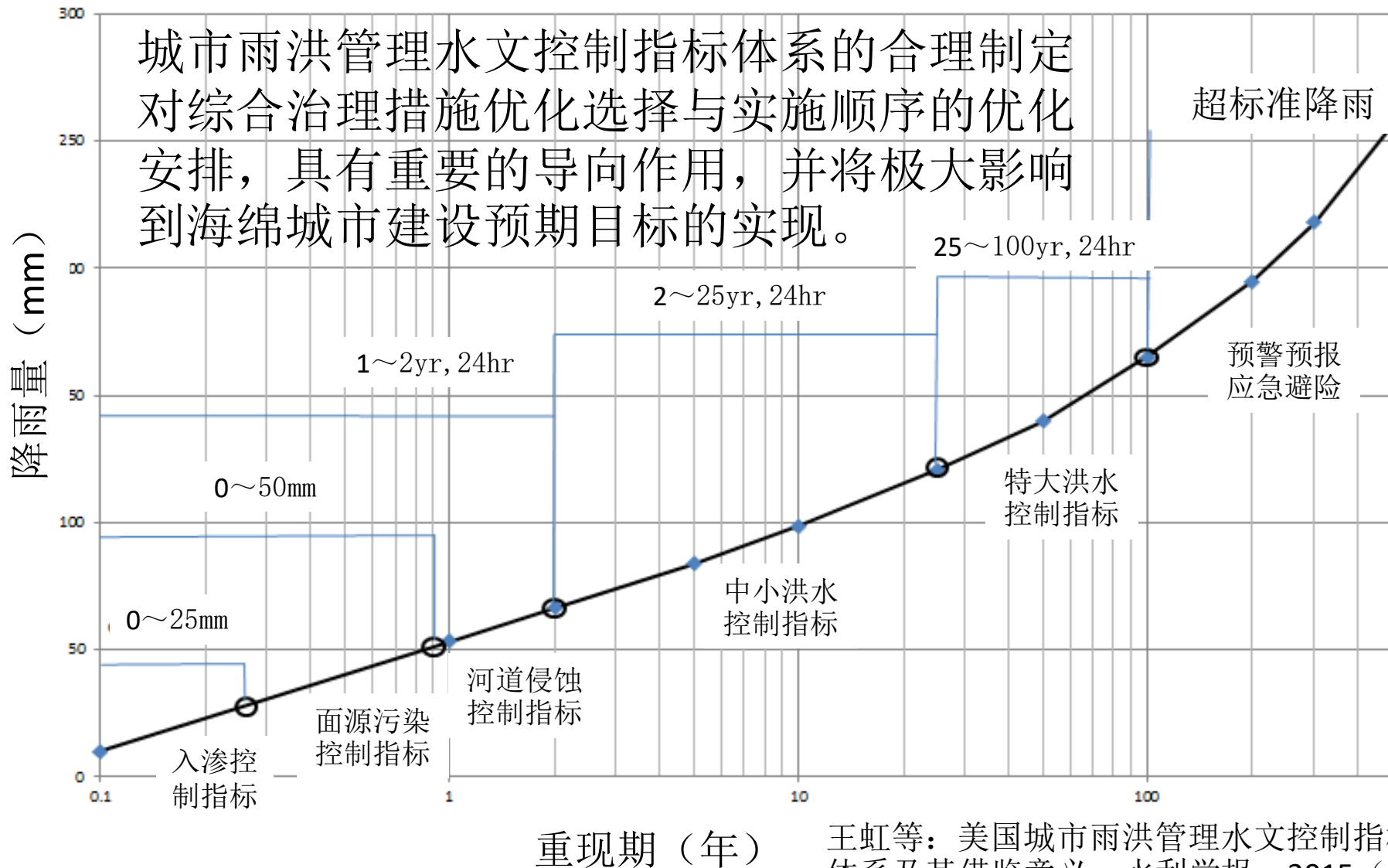


构建四级内涝治理与水体黑臭治理体系

系统思路：按源头减排、过程控制、系统治理的思路，构建四级城市内涝和水体黑臭治理体系



发挥水文控制指标体系的优化导向作用



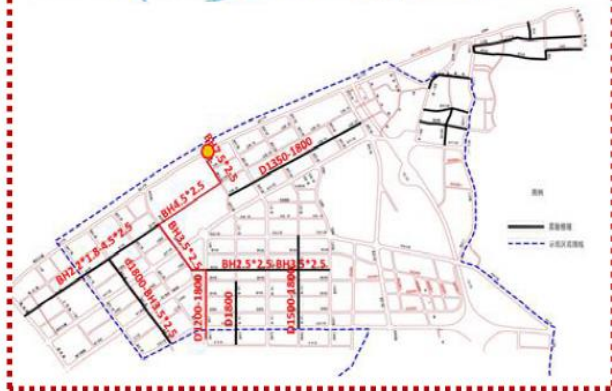
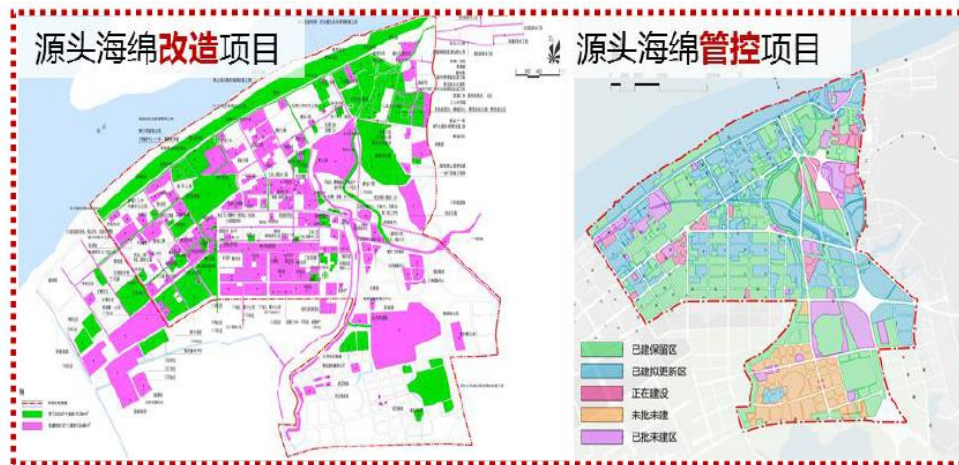
重现期 (年)

王虹等：美国城市雨洪管理水文控制指标体系及其借鉴意义，水利学报，2015（11）

试点建设方案简介：青山示范区

● 青山建设方案

主干系统：泵站管渠等



□ 源头减排	社区混错接改造	➔	合流社区：建立全新的内部排水系统； 分流区域：混错接改造、主要出口的排水标准至 P=3
	源头雨水控制		
	面源污染控制		
□ 过程控制	— 常规管网提标	➔	新建港西二期骨干泵站及配套主箱涵 以及提升区域12条主次干道排水管网
	— 黑臭水体控源截污		
□ 系统治理	排口截污	➔	对青山港、东湖港、东阳港、一号、二号明渠进行综合治理 利用现有水体绿地如青山和平公园、倒口湖公园进行雨洪调控，实现末端的超标调控。
	河湖水系修复		
	末端超标调控-倒口湖公园		
□ 应急措施	— 水系调度预案	➔	发布武昌东湖水系调度方案

试点建设方案简介：四新示范区

● 四新建设方案

- 区域层面总体考虑，以主干渠道泵站为建设重点。
- 结合建设时序同步实施雨污水管网建设。
- 完善控源截污同时，系统考虑水环境改善要求。
- 源头项目以改造为主，未开发用地未来全部纳入规划管控。



出路何在：综合治水方略的调整方向

经济社会发展在不同阶段，水问题影响与治水能力有所不同，城市水安全保障需要采取不同的发展战略。

- 治水活动多以满足基本的生存需求为导向；
- 对安全保障的要求相对较低；
- 并且往往表现为大灾之后才有大治的模式。

• 快速的工业化、城镇化对区域之间、人与自然之间基于水的脆弱平衡必然产生强烈的冲击。

• 旧的平衡正在不断被打破，而新的秩序尚在建立健全的过程中。

• 水利建设要肩负 **支撑发展与保障安全** 的双重使命。

• 经济社会的发展已经大致处于更高层次的平衡状态；

• 其安全保障的要求较高，而保障的能力也较强；

• ~~其更为担心的是全球变化带来的新的压力与挑战会打破已有的平衡，威胁到其可持续发展。~~

构建新的平衡

维持已有平衡

低水平、低发展速度的欠发达国家（地区）

从低水平向高水平过渡的发展中国家（地区）

高水平、低增长速度的发达国家

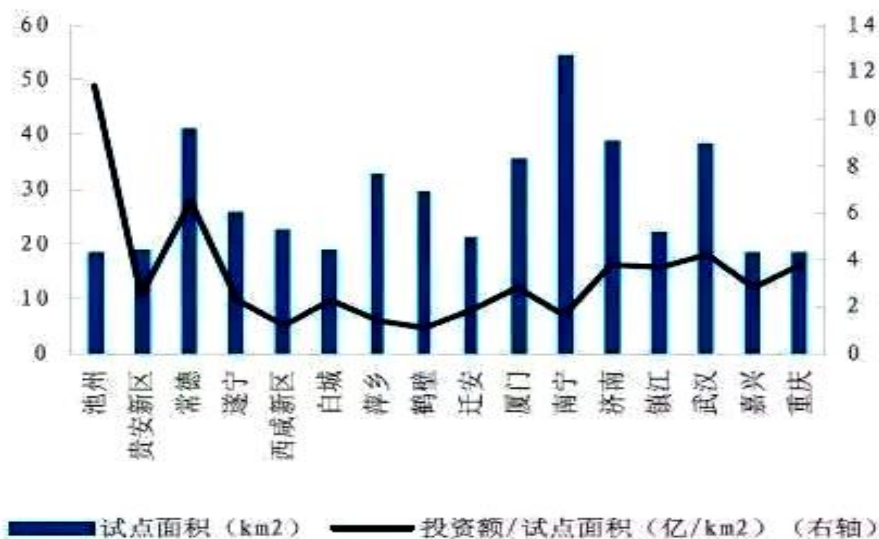
因地制宜走综合治水之路

认识与理解	河流开发利用阶段		
	开发利用初期、工业化时期	污染控制与水质恢复期	综合管理、可持续利用期
河流的概念、内涵	水文系统 物理系统	水文系统 物理系统	水文、生态环境、经济、 社会文化综合功能系统
河流空间的外延	河道+水域	河道+水域+河滨空间	水域+河滨+生物+近河 城市社区
侧重的河流功能	防洪、供排水、渔业、 运输业、水电开发 (A)	A + 水质调节 (B)	B + 生物多样性、景观多 样性、历史文化载体
河流管理的观念	工程观、经济观：控制 河流	工程观、经济观、消极治污 观：重视“人工调控”	生态、经济、环境、社会、 文化综合可持续发展观： “人河共存共荣”
治河技术体系的特征	使河流系统人工化、渠 系化、工程结构复杂化， 提高供水保障率与水能 利用率 (A)	A + 全面增强水系水量、水质 调控能力，侧重以人工措施 治理工业及生活污染，兼顾 景观改善需求 (B)	B+ 生态修复、环境治理、 河流近自然化、人文化、 功能多样化，满足亲水、 娱乐需求。
防洪对策与措施	筑堤防、设分洪区、挖 分洪道、疏浚河道，建 水闸泵站、修防洪水库、 抗洪抢险 (A)	A + 建设雨污分流系统、提高 防洪治涝工程体系的建设标 准，增强监控与调度系统、 构建应急响应体系 (B)	B + 雨水蓄滞、渗透、建 筑耐淹化、超级堤防、地 下雨洪调节水库、多功能 滞洪区、风险管理等

低影响度开发与传统雨水管网 及最佳管理实践的主要区别

	传统雨水管网	最佳管理实践（BMPs） 1970年代	低影响度开发（LID） 1990年代
目标	将场地径流尽快排走	滞洪削峰与减轻污染	保持场地的自然水文特征
管理方式	直接排入管网	过程与末端控制	场地源头控制
流量控制	无法控制流量，自然水文过程遭到破坏	较好地控制了流量，外排总量比自然过程增加	外排径流总量减少，特别是初雨部分，径流过程与自然水文过程相似
水质控制	无	可以净化水质	可以净化水质
工程措施	管网	集中的、大型的设施	分散的、小型的
所需空间	小	较大	较小
对场地的干扰	中度或高度干扰	中度干扰或低干扰	低干扰
与景观的结合	无	较低	较高
对自然资源的保护	无	中等	较高
维护	需要专业维护	需要专业维护	部分可以作为日常景观来维护管理
成本	高	较高	较低

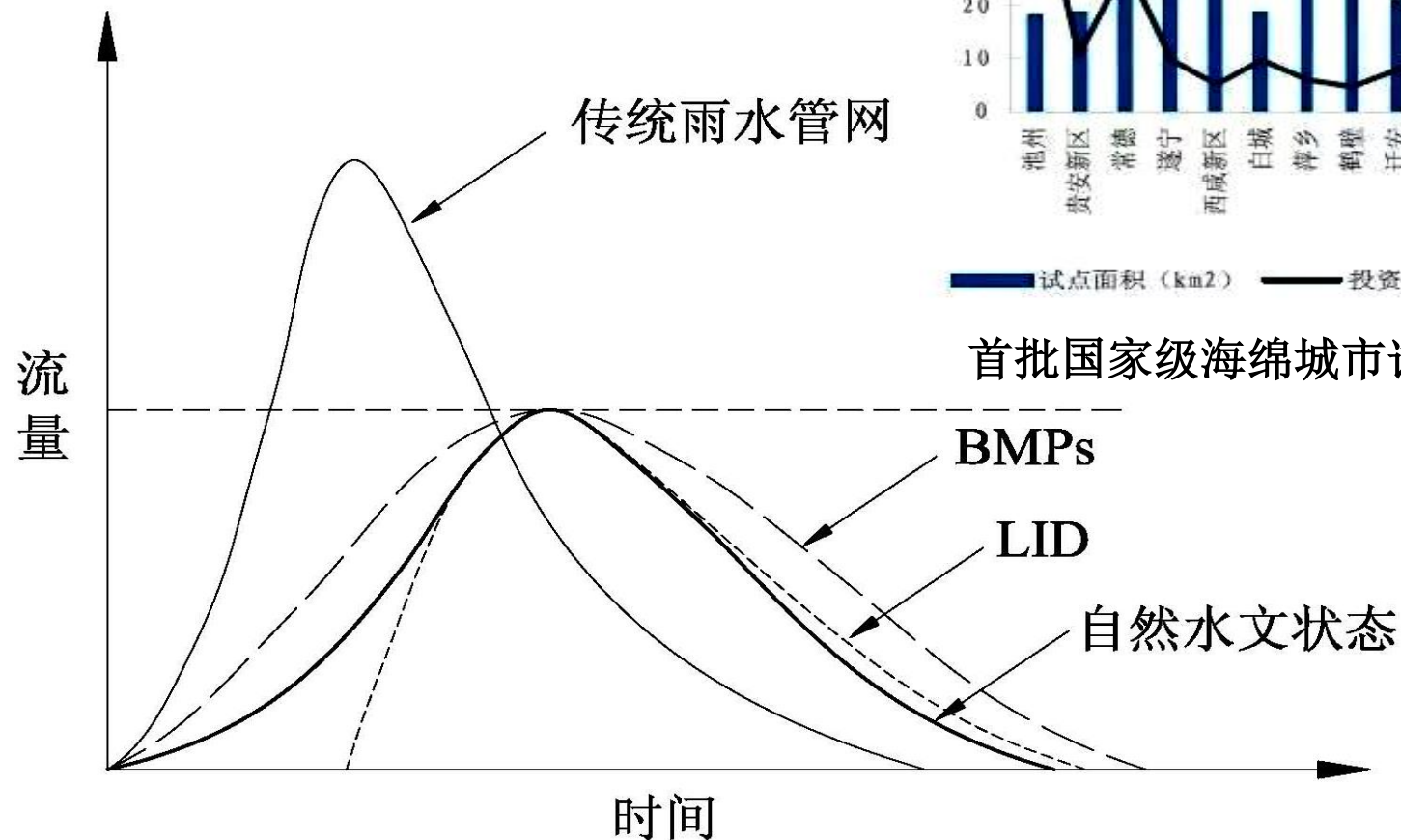
LID、BMPs 与传统雨水管网水文特征曲线的比较



首批国家级海绵城市试点面积与投资额

根据规划数据，试点城市的建设投资从1亿~11亿元/km²不等。平均投资为3.2亿元/km²。

资料来源：国信证券经济研究所。



水影响评价是可持续推进海绵城市建设的抓手

- 11月7日微信发布：老专家也需再学习。今天参加北京市水影响评价中心组织的评审专家培训会。北京市要求所有新建小区必须经过水影响评价方可开工建设，内容包括水资源（供水、污水处理、中水回用等）防洪排水防涝（不得因开发而加大外排径流系数等）与水土保持等三方面，是实现总体规划，建设宜居城市的重要制度安排与保障措施。



结 语

我国雨洪管理尚处于试点阶段。试点阶段的任务是深化认识，培养人才，甄别技术，积累经验，创新机制，建立规章。

困境

- 自然水循环规律被打破，土地利用方式难以逆转；
- 城市看海：脆弱性突显，影响范围远超积水范围；
- 黑臭水体：污染负荷远超出自然净化能力；
- 水安全保障的要求更高，难度更大；
- 高速发展途中，前期基础设施欠账太多，后期压力还将持续增大；
- 面对病态河湖水系，不是加件漂亮新衣就解决问题；治病的过程可能比不治更痛苦！
- 成长的阶段与成熟的阶段不同。后者一件衣裳可以穿十几年，前者年年添新衣年年小。

出路

- 自然界不堪重负，化解能力减弱，人工调控能力必须增强；
- 建设韧性城市，增强风险承受能力；
- 生态手段：但求生个健康的宝宝，不能揠苗助长，别指望一蹴而就；
- 自上而下与自下而上相结合；
- 模型尚不可靠，原型就是依据。

基本原则：

- 统筹兼顾，综合治理；
- 道法自然，天人合一；
- 进退有度，良性互动；
- 除害兴利，化害为利；
- 长远规划，突出重点；
- 因势利导，因地制宜。

谢谢大家 敬请指教

- 水利学会城市水利专委会拥有多学科专家，愿助城市综合治水一臂之力。
- chengxt@iwhr.com